

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

**Návrh výroby skládkového jeřábu pro přípravu
vysokopecní vsázky ve firmě
Strojírny Třinec, a.s.**

**Production Proposal of Stockyard Crane for
Preparation of Blast-Furnace Charge in
Stojirny Trinec, a.s.**

Student:

Bc. Lubomír MIESZEK

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Robert ČEP, Ph.D.

OSTRAVA, 2010

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na inici diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užití díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užití své díla – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití může i on, pokud se souhlasem VŠB – TUO, které je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaložily (nebo které vynaloží).

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 5.5. 2010

.....
podpis studenta

Bc. Ludomír Mieszek
ul. Pošármická 34
739 81 Třinec
Severomoravský kraj

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB–TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB–TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB–TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB–TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 5.5.2010

.....
Bc. Lubomír Mieszek
ul. Požárnická 34
739 61 Třinec
Severomoravský kraj

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. MIESZEK, L. Návrh výroby skládkového jeřábu pro přípravu vysokopecní vsázky ve firmě Strojírny Třinec, a.s. Ostrava: katedra montáže a obrábění, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2010, 74 s. Diplomová práce, vedoucí Ing. ČEP Robert, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá problematikou výroby nového skládkového jeřábu, jehož ocelová konstrukce je podobně koncepčně řešena, jako u nyní používaných dvou jeřábů na provozu aglomerace. V první části této diplomové práce je představeno vodorovné frézovací a vyvrtávací centrum, stroj typu HCW 2, na kterém bylo provedeno opracování velkorozměrných částí vyráběného skládkového jeřábu. V druhé části této diplomové práce je představen vyráběný skládkový jeřáb. Z důvodu rozsáhlé výroby skládkového jeřábu, je důraz kladen na zpracování rámcového technologického postupu, ve vztahu k finálnímu opracování na představeném stroji HCW 2. V závěru je provedeno zvláště technické hodnocení ohledně využití stroje ve firmě a zhodnocení opracování ocelových konstrukcí skládkového jeřábu.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

Bc. MIESZEK L. Production Proposal of Stockyard Crane for Preparation of Blast-Furnace Charge in Stojirny Trinec, a.s.. Ostrava: Department of Machining and Assembly, Faculty of Mechanical VŠB–Technical University of Ostrava, 2010, 74 p. Thesis head: Ing. ČEP Robert, Ph.D.

The thesis is dealing with production of stockyard crane whose structural steel construction has been solved conceptually in detail as in the case of currently used cranes at the sintering workshop. The first part of the thesis is dealing with the introduction of horizontal grinding machine HCW 2 where the machining of immense parts of the crane took place. The other part of the thesis is dealing with introduction of the stockyard crane. Due to the extensive production of the crane, the technological procedure of fabrication is crucial in relation to machining on the HCW 2 which has been mentioned before. At the end there is a technical evaluation of HCW 2 usage in the firm and evaluation of machining of stockyard crane's structural steel construction.

Obsah Diplomové práce

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ÚVODNÍ ZÁKLADNÍ INFORMACE | 5 |
| 1.1 | VZNIK STROJÍREN TŘINEC, A.S. | 5 |
| 1.2 | ZÁKLADNÍ FILOSOFIE, MISE A VIZE SKUPINY TŽ, A.S. | 5 |
| 1.3 | ORGANIZAČNÍ SCHÉMA STROJÍREN TŘINEC, A.S. | 6 |
| 2 | ROZBOR VÝROBY VELKOROZMĚROVÝCH SOUČÁSTÍ | 7 |
| 2.1 | ROZBOR STROJNÍHO PARKU SE ZAMĚŘENÍM NA OBRÁBĚNÍ VELKOROZMĚROVÝCH SOUČÁSTÍ..... | 7 |
| 2.2 | VŠEOBECNĚ O VODOROVNÉM FRÉZOVACÍM A VYVRTÁVACÍM STROJI HCW 2 | 10 |
| 2.2.1 | Pracovní možnosti stroje | 11 |
| 2.2.2 | Základní technické údaje stroje..... | 12 |
| 2.2.3 | Umístění stroje | 13 |
| 2.2.4 | Provedení základu stroje a montáž stroje na základ, přejímka stroje | 17 |
| 2.2.4.1 | Provedení základu..... | 18 |
| 2.2.4.2 | Montáž stroje na základ | 20 |
| 2.2.4.3 | Přejímka stroje HCW 2 do výrobního procesu | 23 |
| 3 | PŘEDSTAVENÍ VYRÁBĚNÉHO SKLÁDKOVÉHO JEŘÁBU PRO PŘÍPRAVU VYSOKOPECNÍ VSÁZKY..... | 24 |
| 3.1 | OCELOVÁ MOSTNÍ KONSTRUKCE JEŘÁBU | 25 |
| 3.2 | PEVNÁ NOHA JEŘÁBU..... | 27 |
| 3.3 | KYVNÁ NOHA JEŘÁBU..... | 28 |
| 3.4 | JEŘÁBOVÁ KOČKA | 29 |
| 4 | NÁVRH VÝROBY OCELOVÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE JEŘÁBU VE VZTAHU K FINÁLNÍMU OBRÁBĚNÍ..... | 32 |
| 4.1 | PŘÍPRAVA PROJEKTU JEŘÁBU, ZPRACOVÁNÍ VÝROBNÍ DOKUMENTACE ... | 32 |
| 4.2 | NÁVRH VÝROBY OCELOVÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE VČETNĚ REALIZACE A VE VZTAHU K FINÁLNÍMU OBRÁBĚNÍ NA HCW 2..... | 34 |
| 4.2.1 | Výroba a obrábění na HCW 2 nosníků u kyvné nohy..... | 35 |
| 4.2.1.1 | Vrtání přesných otvorů do nosníků..... | 37 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2.1.2 | Geodetické zaměření nosníků..... | 39 |
| 4.2.1.3 | Převoz vyrobených nosníků na stroj HCW 2 k obrábění..... | 42 |
| 4.2.2 | Výroba a obrábění na HCW 2 nosníků u pevné nohy | 47 |
| 4.2.2.1 | Stanovení řezných podmínek..... | 49 |
| 4.2.3 | Výroba nosníků středního dílu mostu..... | 51 |
| 5 | NÁVRH VÝROBY PEVNÉ A KYVNÉ NOHY JEŘÁBU VE VZTAHU K FINÁLNÍMU OBRÁBĚNÍ | 52 |
| 5.1 | VÝROBA A OBRÁBĚNÍ KYVNÉ NOHY NA STROJI HCW 2 | 52 |
| 5.1.1 | Obrábění kyvné nohy na stroji HCW 2 | 55 |
| 5.1.1.1 | Obrábění při prvním upnutí | 56 |
| 5.1.1.2 | Obrábění při druhém upnutí | 57 |
| 5.2 | VÝROBA A OBRÁBĚNÍ PEVNÉ NOHY NA HCW 2 | 59 |
| 5.2.1 | Obrábění pevné nohy na stroji HCW 2..... | 60 |
| 5.2.1.1 | Obrábění při prvním upnutí | 61 |
| 5.2.1.2 | Obrábění při druhém upnutí | 63 |
| 6 | TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ..... | 64 |
| 7 | ZÁVĚR..... | 65 |
| 7.1 | PODĚKOVÁNÍ | 67 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ | 68 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 70 |

Seznam použitého značení a zkratek

| Značení | Název | Jednotky |
|----------------|--|-----------------|
| BM | Mechanické dílny | - |
| BTK | Útvar Konstrukce | - |
| GO | Generální oprava | - |
| SO | Střední oprava | - |
| NC | Numerical Control, číslicově řízené stroje | - |
| ISO | International Organization for Standardization | - |
| | (Mezinárodní organizace pro normalizaci) | - |
| DIN | Deutsche Industrie Norm | - |
| | (Německá průmyslová norma) | - |
| ČSN | Česká státní norma | - |
| PN | Podniková norma | - |
| TOP | Technicko organizační pokyn | - |
| PPo | Pracovní postup | - |
| Tools | Nářadí, nástroje | - |
| Machine tools | Obráběcí stroj | - |
| API | American Petroleum institute | - |
| | (Americký ropný ústav) | - |
| SAE | Society of Automotive Engineers | - |
| | (Sdružení automobilových inženýrů) | - |

1 Úvodní základní informace

1.1 Vznik Strojíren Třinec, a.s.

V roce 1997 rozhodl management Třineckých železáren, a.s. o vyčlenění provozů zabývajících se tematikou strojírenství do samostatné jednotky, dceřiné společnosti Třinecké železářny - Strojírenská výroba, a.s., která od roku 2005 nese dosavadní název Strojírny Třinec, a.s. (Obrázek č.1) Obdobně vznikaly i další dceřiné společnosti, jejichž hlavní výrobní náplní nebyla výroba surového železa a oceli. Prvořadým úkolem pro všechny dceřiné společnosti však zůstává nadále zajistit plynulý chod mateřské společnosti – Třineckých železáren, a.s., co se týče neprodlené výroby a dodání potřebných náhradních dílů pro hutní provozy, s účastí na údržbě výrobních agregátů. Vzniklo takto silné uskupení dceřiných společností, jejichž činnost koordinuje mateřská společnost Třinecké železářny, a.s.

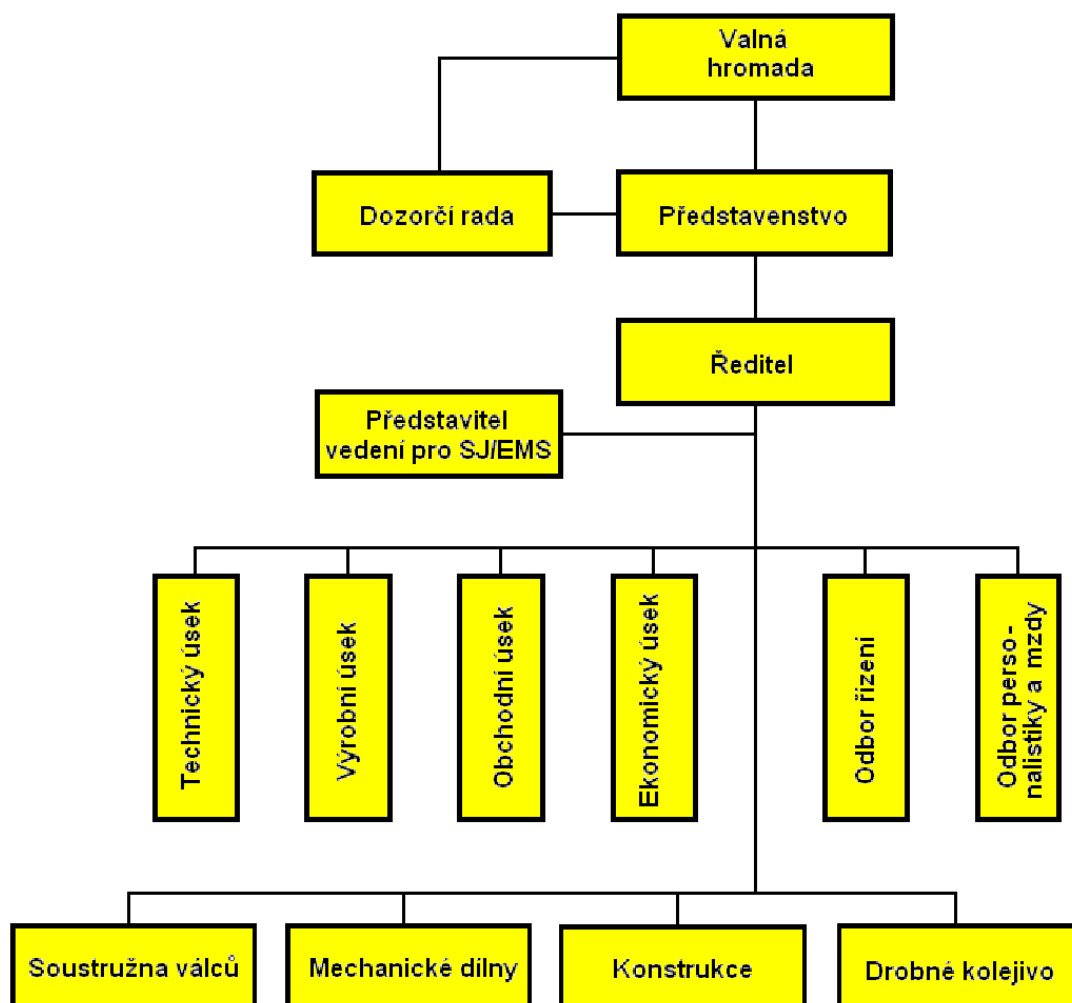
1.2 Základní filosofie, mise a vize skupiny TŽ, a.s.

Mise: „**Společně pro příští generace**“ a vize „**Vyspělá průmyslová společnost, vycházející z tradic hutnictví**“ společnosti TŽ, a.s., se doslova naplňuje i nyní, kdy firmy bojují s překonáním nelehké situace, která nyní panuje na světových trzích. Vrcholový management Třineckých železáren, a.s. se rozhodl využít vlastních zdrojů k opravě, a modernizaci některých stávajících výrobních zařízení.

Toto rozhodnutí vrcholového managementu TŽ, a.s. se mi zdá velice dobře uvážené a strategicky vhodné, nyní, když hutní kombinát není využit z celkové kapacity, modernizovat některá výrobní zařízení. Výroba a modernizace bude probíhat v mateřské firmě TŽ, a.s., za účasti dceřiných společností. Až když některou část nebude možno vyrobit z hlediska technických a technologických možností ve skupině (mateřská firma a dceřiné společnosti), bude dodávka části zařízení řešena subdodávkou. Je zde nutno i vyzdvihnout sociální aspekt vrcholového managementu Třineckých železáren, a.s. a majitelů podniku, dát práci lidem mateřského podniku a lidem dceřiných společností.

Mimo jiné výrobní zařízení se vedení hutního podniku rozhodlo vyrobit ve skupině nový **skládkový jeřáb pro přípravu vysokopecní vsázky** pro provoz Aglomerace, o jehož možné výrobě na půdě Strojíren Třinec, a.s. respektive Třineckých železáren bude pojednávat druhá část této diplomové práce. Vlastní výrobě se zaměřením na obrábění jednotlivých částí ocelové konstrukce skládkového jeřábu pro přípravu vysokopecní vsázky, je věnována čtvrtá a pátá kapitola této diplomové práce.

1.3 Organizační schéma Strojíren Třinec, a.s.



Obr. č.1 Organizační schéma Strojíren Třinec, a.s.

2 Rozbor výroby velkorozměrových součástí

2.1 Rozbor strojního parku se zaměřením na obrábění velkorozměrových součástí

Jako velice dobrý strategický záměr se z dnešního pohledu jeví i ve vztahu k obrábění jednotlivých částí ocelové konstrukce jeřábu pro přípravu vysokopecní vsázky na provoz Aglomerace TŽ, a.s., zakoupení vodorovného frézovacího a vyvrtávacího stroje Škoda HCW 2 – 180 NC (dále jen stroj HCW 2). Uvedené tabulky č.1 a č.2 na straně číslo 13, nám porovnávají výrobní možnosti Strojíren Třinec, a.s. před a po zakoupení stroje HCW 2.

Z tabulky č.1 je patrné, jakých největších rozměrů mohl odlitek nebo svařenec dosahovat. Obchodní oddělení firmy bylo buď nuceno odmítnout zakázku, co se týkalo základních rozměrů polotovarů, určených k obrábění a nebo se jednalo o velice pracné, zdlouhavé a nákladné přesouvání obrobku na stroji na několik upnutí.

Tabulka č.2 nám udává jakých největších rozměrů může odlitek nebo svařenec dosahovat po zakoupení a uvedení do provozu stroje HCW 2. Případně, když se jedná o ještě rozměrnější obrobek, počet přesouvání a upnutí jednoznačně klesl.

Stroj HCW 2 je i nyní v čase celosvětové krize plně vytížen v třisměnném provozu. Stroj HCW 2 přinesl Strojárnám Třinec, a.s. i rozšíření portfolia zákazníků. Jedná se jak o tuzemské zákazníky tak i o zákazníky z celé Evropy. Za všechny výrobky zde pouze uvádím dvě obráběné velkorozměrné součásti na stroji HCW 2. Jedná se o výrobu ocelových konstrukcí, s následným obráběním, pro nizozemskou firmu. Renomovaná nizozemská firma se zabývá pokládkou komunikačních kabelů na dno moří. Na opracované ocelové konstrukci (obrázek č.2), která je umístěna na speciálně upravené lodi, je namontován buben, (obrázek č.3). Optický kabel navinutý na bubnu je pokládán na mořské dno.

Tabulka č.1 Maximální rozsahy posuvů před zakoupením HCW 2

Maximální rozsahy posuvů,určující mezní rozměrové výrobní parametry

| typ stroje | W 160H | W 160HC | WD 160P | WD 200A |
|---|---------|---------|---------|---------|
| výsun praco- vního vřetena | 1600 mm | 1600 mm | 1290 mm | 1560 mm |
| přestavení osy Y vřeteník po stojanu | 2250 mm | 2500 mm | 2100 mm | 2700 mm |
| přestavení osy X stojan po zákl.loži | 7600 mm | 4000 mm | 4000 mm | 4000 mm |

Tabulka č.2 Maximální rozsahy posuvů po zakoupením HCW 2

Maximální rozsahy posuvů,určující mezní rozměrové výrobní parametry

| typ stroje | W 160H | W 160HC | WD 160P | WD 200A | HCW 2-180 |
|---|---------|---------|---------|---------|-----------|
| výsun praco- vního vřetena | 1600 mm | 1600 mm | 1290 mm | 1560 mm | 2500 mm |
| přestavení osy Y vřeteník po stojanu | 2250 mm | 2500 mm | 2100 mm | 2700 mm | 3500 mm |
| přestavení osy X stojan po zákl.loži | 7600 mm | 4000 mm | 4000 mm | 4000 mm | 11000mm |



parametry nového stroje jsou označeny fialově



Obr. č.2 Základní rám zařízení pro pokládku kabelů



Obr. č.3 Buben pro optický kabel

2.2 Všeobecně o vodorovném frézovacím a vyvrtávacím stroji HCW 2

Vodorovné frézovací a vyvrtávací stroje typu HCW 2 jsou určeny výrobem zejména pro obrábění velkorozměrných strojních součástí. Používají se pro frézování, vyvrtávání, řezání závitů apod. Obrobky se upínají buď na upínací desky a nebo na otočné stoly, které jsou dodávány jako zvláštní technologické vybavení pracoviště.

Velký rozsah otáček a posuvů vybavených plynulou regulací zaručuje ekonomické využití stroje při použití různých rezných nástrojů. Jako zvláštní vybavení je se strojem dodána automatická výměna nástrojů, dopravníky třísek a další přídavná technologická zařízení, čímž se značně rozšiřují pracovní možnosti stroje. Stroje typu HCW 2 jsou vybaveny souvislým řídicím systémem, který dává předpoklad maximálního technologického a časového využití.



Obr. č.4 Stroj HCW 2

Vodorovné frézovací a vyvrtávací stroje typu HCW 2 se používají jako stroje deskového provedení nebo ve spojení s otočným stolem. Stojan se pohybuje po loži podél obrobku. Po stojanu se ve svislém směru posouvá vřeteník s výsuvnou čtyřbokou pinolou (smykadlem), ve které je uloženo vrtací a frézovací vřeteno.

Vrtací vřeteno se posouvá ve směru kolmém na pojezd stojanu po loži, frézovací vřeteno se z pinoly nevysouvá. Pinola slouží k podepření vysunutého vrtacího vřetena, za účelem zvýšení jeho tuhosti. Na čelo pinoly, respektive na frézovací vřeteno, se připevňují různá přídatná technologická zařízení. Vřeteník je vybaven automatickým vyrovnávacím zařízením, které udržuje stálou polohu pinoly při jejím vysunutí, takže odchylka od vodorovné roviny je minimální.

2.2.1 Pracovní možnosti stroje

Vodorovný frézovací a vyvrtávací stroj typu HCW 2 je určen pro práce v běžném strojírenském prostředí. Základní provedení stroje je dodáváno s posuvem vřeteníku 2500 mm, posuv stojanu po loži 3000 mm, avšak podle požadavků zákazníka a to odběratelská firma zčásti využila, je možno prodloužit posuv vřeteníku až na 5000 mm (vždy po 500 mm) a posuv stojanu až na 25000 mm (vždy po 1000 mm). Stroj je schopen pracovat bezporuchově v rozmezí teplot $+5^{\circ}\text{C}$ až $+40^{\circ}\text{C}$. Rozdíl teplot prostředí v prostoru základního podélného lože a prostředí v horní části stojanu, nesmí přesáhnout 3°C . Stroj ani obrobek nesmí být vystaven přímému slunečnímu záření a vlivu zdrojů, které způsobují místní změnu teploty. K frézování a vrtání můžeme vybrat jeden z níže uvedených způsobů:

Frézování

- Nástroj je upnut v kuželové dutině vrtacího vřetena
- Nástroj je upnut ve frézovací zařízení (frézovací hlava), které je upnuto na čelo pinoly. Natočením frézovací hlavy lze opracovávat plochy pod různým úhlem.

Vrtání, vyvrtávání

- Výsunem vrtacího vřetena. Pro zvýšení tuhosti je podepřeno zpevněnou pinolou.
- Současným výsunem vrtacího vřetena a pinoly.
- Nástrojem upnutým v kuželové dutině vrtacího vřetena.

Při vyvrtávání několika souběžných děr na jednom obrobku a při jednom upnutí, výrobce nedoporučuje měnit způsoby vyvrtávání. Stroj pracuje s nejvyšší přesností vždy jen při použití jednoho způsobu obrábění.

2.2.2 Základní technické údaje stroje

- Průměr vřetena 180 mm
- Upínací kužel 7:24 – DIN 2080 50 ISO
- Příčný rozměr pinoly 450 x 450 mm
- Posuv vřetena (W) 1200 mm
- Posuv pinoly (Z) 1300 mm
- Součtový posuv (W+Z)..... 2500 mm
- Posuv vřeteníku (Y)..... 3500 mm
- Posuv stojanu (X)..... 1000 mm
- Šířka vedení lože 1800 mm
- Šířka vedení stojanu 1350 mm

Rozsah jmenovitých otáček vřetena (3 stupně)

- 1. stupeň 1,7 – 254 ot/min.
- 2. stupeň 5 – 780 ot/min.
- 3. stupeň 16 – 2500 ot/min.

Rychlostní rozsahy jednotlivých posuvů:

Pracovní posuvy

- Vřeteno (W), pinola (Z)..... 1 ÷ 1000 mm/min
- Vřeteník (Y)..... 1 ÷ 1500 mm/min
- Stojanu (X) 1 ÷ 1500 mm/min

Rychloposuvy

- Vřeteno (W), pinola (Z) 10000 mm/min
- Vřeteník (Y)..... 15000 mm/min
- Stojanu (X) 15000 mm/min

Momenty

Maximální kroutící momenty

- Na vrtacím vřetenu 12500 Nm
- Na frézovacím vřetenu 12500 Nm

Posuvová síla

- V osách X, Y, Z 60 kN
- V ose W 50 kN

Hlučnost stroje

Hladina akustického tlaku v místě obsluhy (kabině) maximálně 80 dB.

2.2.3 Umístění stroje

Ještě před zakoupením stroje muselo vedení firmy zvážit a rozhodnout o vlastním umístění stroje takových parametrů. Před týmem techniků, technologů a externích stavebních inženýrů, pověřených úkolem zakomponovat nový stroj do výrobního procesu bez možnosti stavby nové haly, stal nelehký úkol:

1) vytipovat prostor pro nový stroj HCW 2, aby výrobně a technologicky byl vhodně v jedné z hal provozu umístěn, včetně geologického průzkumu pro stavbu základů stroje.

2) provést reorganizaci umístění stávajících strojů a pracovišť z prostoru, kde bude umístěn nový stroj HCW 2.

V rámci plnění tohoto úkolu bylo nutno odpovědně zvážit celou řadu aspektů. V první řadě zajištění přepravy velkorozměrové součástí na stroj a po opracování ze stroje, včetně manipulace a otáčení součástí, za dodržení všech bezpečnostních předpisů. Účelně a hospodárně odvést všechny energo kanály, křížující zamýšlený prostor. Vlastní umístění stroje provést tak, aby nebyla omezena jeřábová doprava, včetně její průchodnosti nad vřeteníkem v horní úvratí jeho pohybu po sloupu.

Dosavadní stroje a pracoviště z vytipovaného prostoru pro stavbu stroje HCW 2 přemístit tak, aby dosavadní výrobně technologické procesy nebyly pokud možno narušeny vůbec, anebo co nejméně a to po čas stavby i po dokončení stavby a montáže stroje HCW 2. Jak se skupina techniků a technologů se svými úkoly vypořádala, vidíme na obrázku č. 5 a obrázku č. 6. Pracoviště malé rýsovací desky bylo spojeno s pracovištěm velké rýsovací desky. Zde není nutný ani otočný jeřáb, manipulační prostor vyhrazený pro manipulaci s výrobními součástmi budou využívat jak pracovníci rýsovacích desek, tak v budoucnu pracovníci stroje HCW 2. Stroj pod číslem 442, který představuje vrtačku VR 4, byl přemístěn vedle vodorovné vyvrtávačky s otočným stolem – stroj číslo 365 a bude pracovat na dvě směny (doposud jednosměnný provoz). Stroj pod číslem 441 je nyní k dispozici zámečnické skupině, která je dislokována v jiné části provozu. Stroj č. 401, hoblovka, byl již používán z důvodů geometrické nepřesnosti pro hrubé opracování pouze občas, byl vyřazen a sešrotován. V uvolněném prostoru bude taktéž zřízen prostor pro obrácení a manipulaci s velkorozměrnými součástmi.



Obr. č.5 Původní prostor před stavbou stroje HCW 2



2.2.4 Provedení základu stroje a montáž stroje na základ, přejímka stroje

V rámci probíhajících obchodních jednání, zastoupených na straně dodavatele stroje HCW 2 firmou Škoda Machine Tools, a.s. a na straně zákazníka firmou Strojírny Třinec, a.s., byla dodavatelem zákazníkovi předána složka výkresů, týkajících se nezbytných stavebních úprav, před osazením stroje na základ pod názvem „Údaje pro stavební výkres základu“.

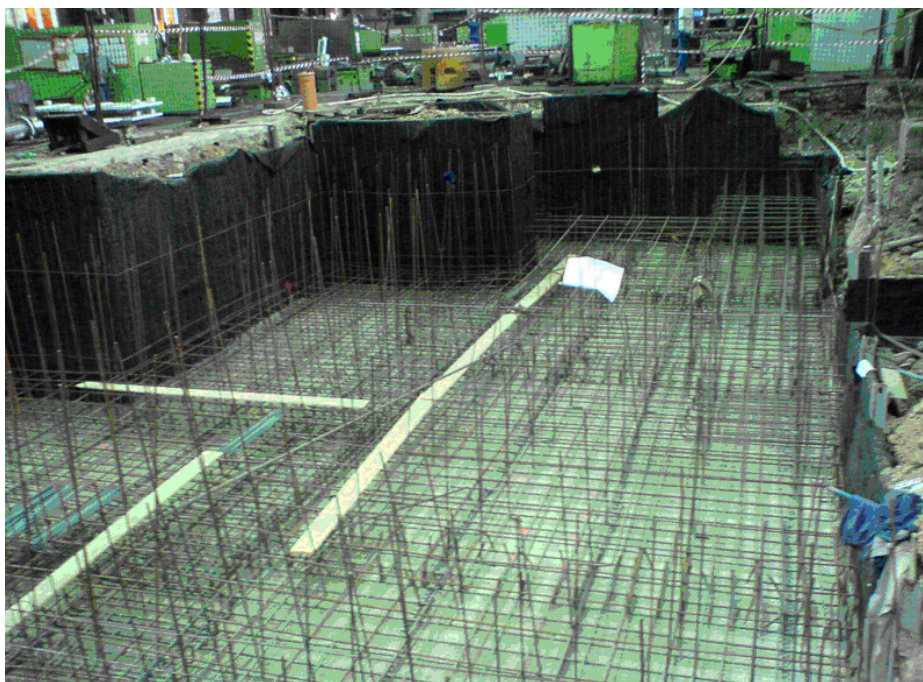
Tuto složku výkresů měl samozřejmě již k dispozici včetně základních parametrů stroje tým, jehož úkolem z předešlé kapitoly bylo vytipovat a určit umístění stroje HCW 2 v jedné z hal provozu.

Táto složka výkresů obsahuje dispozice pro rozmístění kotevních šroubů, doporučení umístění skříní elektrického vybavení stroje, rozměry a umístění kanálů pro propojovací kabeláž mezi strojem a elektrickými rozvaděči, hmotnosti a síly od jednotlivých skupin stroje a směry jejich působení na základ. U stroje se uvažuje s chlazením nástrojů, musí být základ stroje rovněž vybaven zapuštěnou ocelovou nádrží a vhodně vedenými spádovými koryty a trubkami pro zpětné svedení kapaliny do nádrže. Všechny plochy betonu, která přijdou do styku s chladicí kapalinou a oleji, musí být vhodně ošetřeny, aby nemohlo dojít k průsakům. Složka výkresů slouží jako podklad pro vyprojektování základů pro konkrétní stroj a definované podmínky u zákazníka.

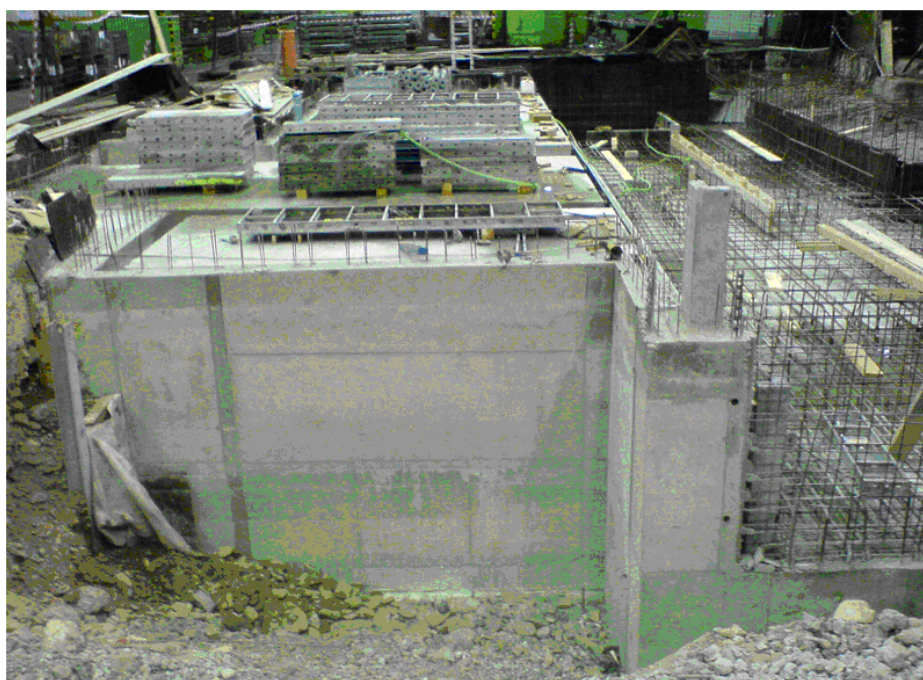
Projektováním základů zákazník pověřil firmu renomovanou projekční firmu, jež má nepřehledné množství zkušeností se stavbami podobného typu a ve svých řadách pro tento obor specialisty. Po splnění úkolů přípravné fáze jejíž součástí zvláště bylo vytipování a vyklizení prostoru pro nový stroj a vypracování stavebního projektu do konkrétních podmínek, započala druhá fáze projektu, vlastní stavba základu stroje, posléze pak montáž stroje na základ.

2.2.4.1 Provedení základu

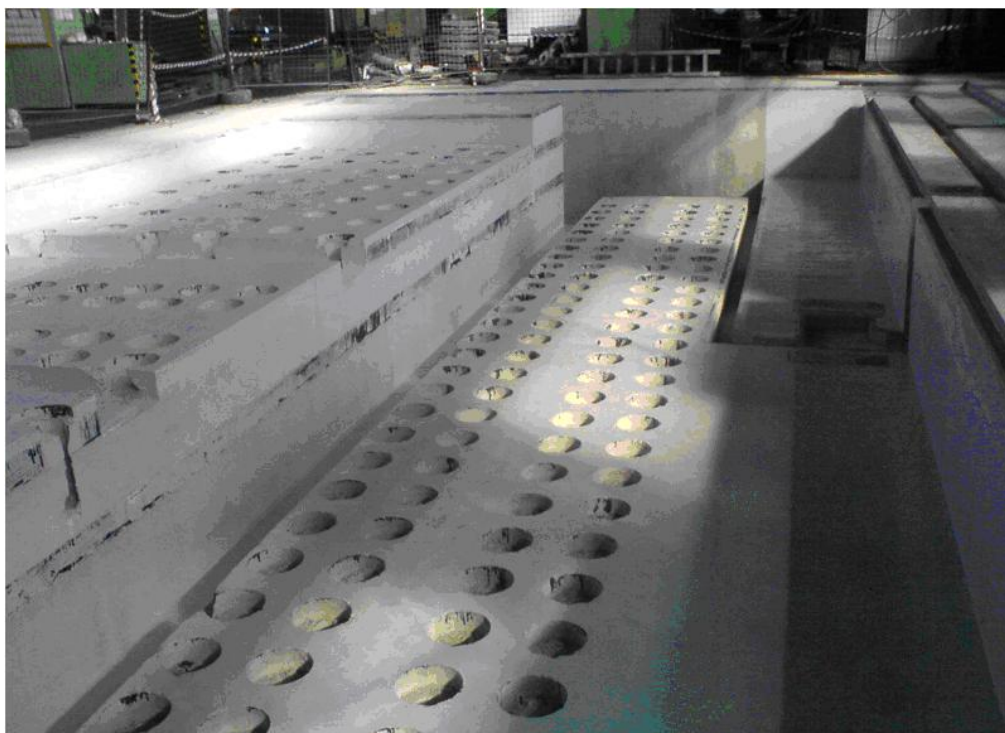
Provedením základu od výkopových prací, přes armovací a betonářské práce, včetně vyvrtání otvorů pro kotevní šrouby, až ošetření betonu základu odpovídajícím nátěrem byla vybrána firma, jež je podobně jako Strojírny Třinec, a.s. taktéž dceřinou společností TŽ,a.s. a která má se stavbami podobného charakteru velké zkušenosti.



Obr. č.7 Armování základů.



Obr. č.8 Betonáž základů.



Obr. č.9 Hotový základ s penetračním nátěrem

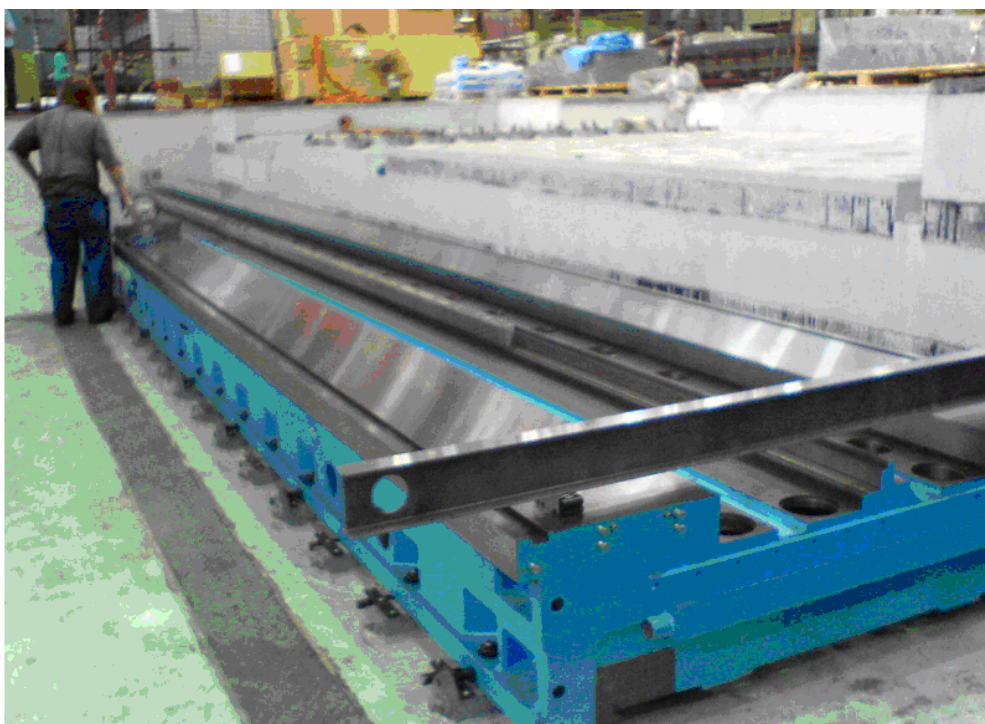
Souběžně s pracemi na stavbě základů, probíhaly další úkoly a práce, některé již vypsané ve výše uvedené tabulce:

- plánovaný převoz jednotlivých dílů a komponentů stroje HCW 2 od dodavatele k zákazníkovi v určité fázi stavby základů
- výběr a objednání technologických kapalin, nezbytných pro chod stroje
- výběr a objednání nástrojů
- personální obsazení - výběr pracovní osádky stroje
- personální obsazení - výběr pracovníků pro údržbu stroje

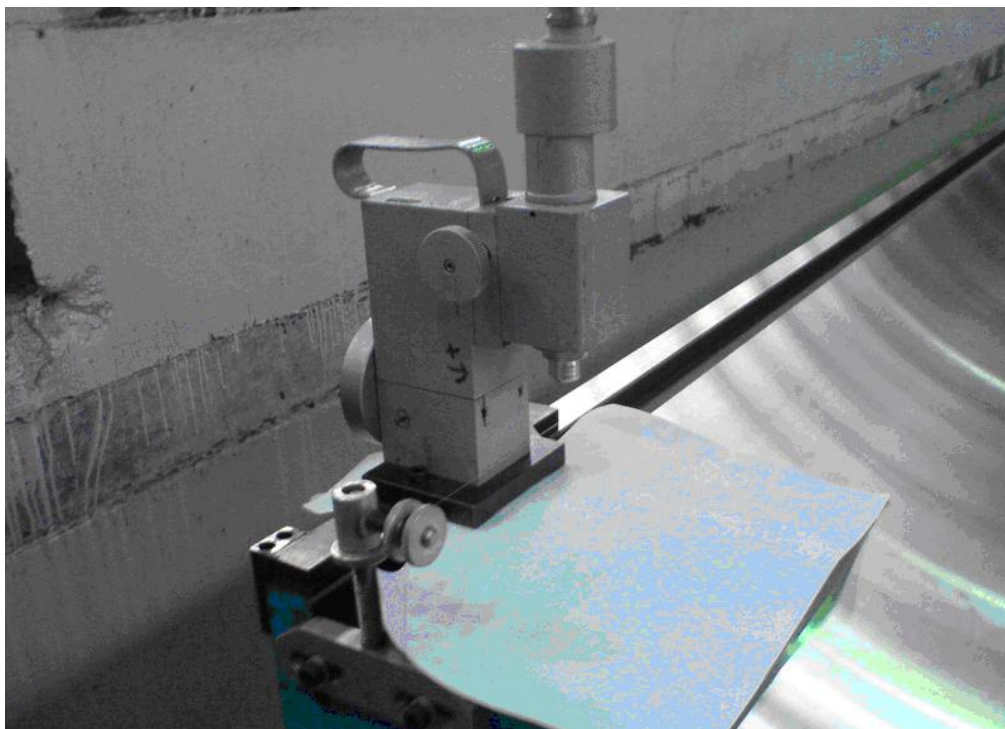
Zákazníkovi s dalšími dokumenty byla předána i tabulka srovnatelných olejů a maziv, aby při vlastní montáži stroje byly již oleje a maziva připraveny. Z tabulky, prezentující výrobky 8 firem byly vybrány takové oleje a maziva, která jsou již v jiných strojích aplikována a splňují klasifikaci dle ISO, DIN, API/SAE.

2.2.4.2 Montáž stroje na základ

Po ukončení prací na základech stroje a po aplikaci odpovídajícího nátěru stavební firmou, byl dodavatelem a výrobcem stroje Škoda TOOLS a.s. a zákazníkem Strojírny Třinec a.s. po jeho pečlivé kontrole od stavební firmy převzat základ stroje a mohla započít vlastní montáž stroje na připravený základ. Celou montáž stroje, vzhledem ke složitosti stroje prováděli kvalifikovaní pracovníci dodavatele, za asistence pracovníků provozu, kteří již dříve byli vybráni pro další údržbu stroje HCW 2. Před zahájením montáže stroje, montáže jednotlivých dílů a části stroje, musí být důsledně odstraněn konzervační olej. Montáž stroje probíhala po jednotlivých úsecích.



Obr. č.10 Geometrického přeměření základového lože po jeho usazení na základ v rovině podélné a příčné



Obr. č.11 Geometrického přeměření základového lože po jeho usazení na základ v rovině podélné

- montáž spodku stojanu;
- montáž stojanu včetně vřeteníku a protizávaží vřeteníku;
- montáž stolu souběžně s další montáží jednotlivých prvků stroje:
 - skříň posuvu stojanu;
 - skříň pohonů včetně brzd a blokování;
 - upínací jednotka;
 - hydroagregát;
 - mazací agregát;
 - chladicí agregáty;
 - kuličkové šrouby pohonů;
 - odměřování jednotlivých směrů a snímačů poloh;
 - kabina obsluhy včetně softwaru;
 - bezpečnostní prvky, trubkové a lanové zábradlí;
 - kabeláž a potrubí;
- zkoušky pohybových mechanismů včetně ožívování softwaru stroje;



Obr. č.12 Montáž vřeteníku na stojan



Obr. č.13 Montáž stolu TDV 5

2.2.4.3 Přejímka stroje HCW 2 do výrobního procesu

Po dokončení veškerých montážních a oživovacích prací na stroji, bylo přistoupeno k přeměření geometrické přesnosti stroje a provedeno přeměření polohování stroje včetně kruhové interpolace. Taktéž bylo provedeno obrobení zkušební výrobku „NASA kusu“.

U přeměřování jednotlivých náměrů stroje byli přítomní jak technici a další pověření pracovníci výrobce a taktéž zákazníka. Geometrická přesnost stroje byla přeměřena v zásadě dle ČSN ISO 3070/II a doplněna o další náměry dle PN Ob 2910 T/b a PN Ob 2944 T Škoda TOOLS a.s.



Obr. č. 14 Zkušební výrobek, NASA kus

3 Představení vyráběného skládkového jeřábu pro přípravu vysokopecní vsázky

V případě **skládkového jeřábu pro přípravu vysokopecní vsázky** (dále jen skládkový jeřáb nebo jeřáb), se jedná se o atypický jeřáb, který nahradí jeden ze tří dosavadních jeřábů, jejichž náplní práce je vykládka a nakládka jednotlivých komponentů aglomerátu a připravené vysokopecní vsázky (obrázek č.15). Jednotlivé komponenty aglomerátu jsou uloženy v jámách, skladovací jámy jsou zapuštěny z jedné třetiny cca 5 metrů do země, jeřáby můžou v jednotlivých jamách navršit aglomerát přibližně do výšky 15 metrů na hromadu homolovitého tvaru. Jeřáby pracují na úložišti o rozměrech délky 250m, šířky 65 m. Součástí každého jeřábu je i pásový dopravník, který je umístěn mezi nosníky jeřábu. Na tento pásový dopravník navazuje další, který je umístěn u kraje úložiště a vede až k výklopu vagonů s aglomerátem. Jeřáb tedy může pracovat s drapákem nebo může převážet aglomerát pomocí pásové dopravy. Na druhém okraji tohoto úložiště oproti pásovému dopravníku jsou instalovány sýpky, ve kterých je připravena vysokopecní vsázka k odvozu na vysoké pece.

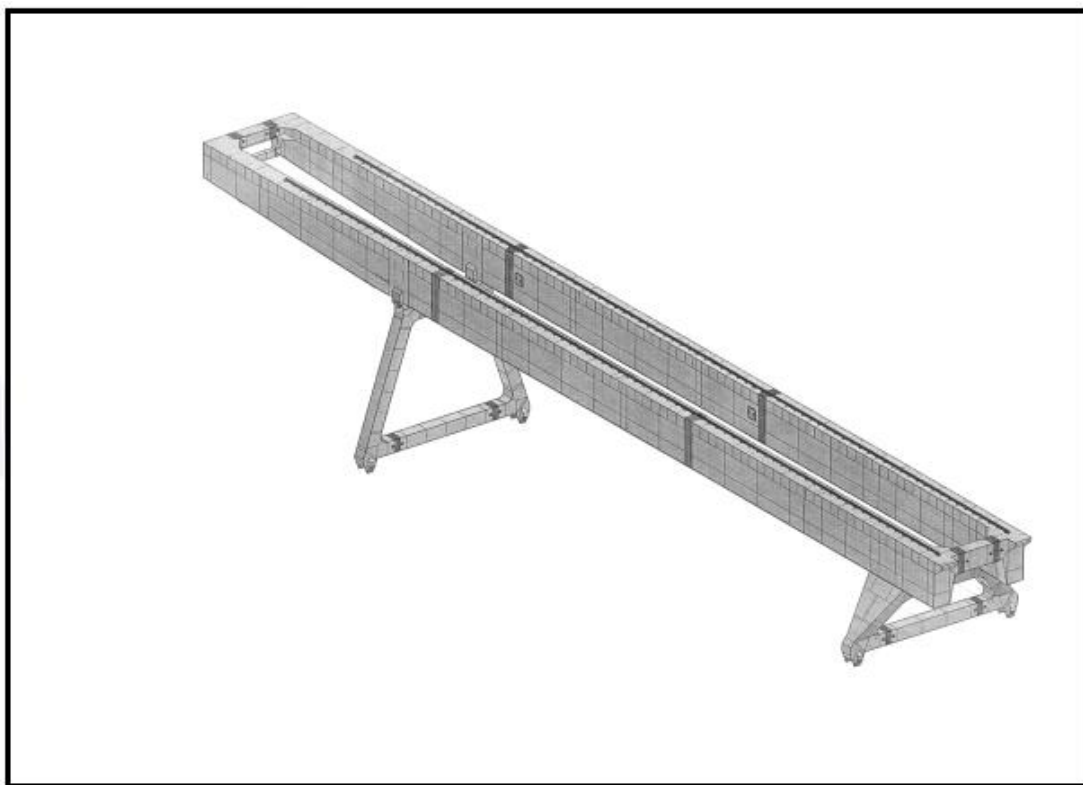


Obr. č.15 Silueta a pracoviště skládkového jeřábu

Samozřejmě, že soustava pásových dopravníků na provoze aglomerace je rozsáhlá a daleko složitější, blíže jsem jenom uvedl ty části pásové dopravy, do kterých zasahuje práce jeřábu. Závěrem této kapitoly je možno ještě doplnit, že nový jeřáb bude podobně koncepčně řešen, jako stávající jeřáby, co se týče rozměrností ocelové konstrukce, oproti stávajícím jeřábům však bude nově řešeno řízení jeřábu. Pohony jeřábu a zdvih jeřábu bude řešen s použitím měničů. Také při projektování ocelové mostní konstrukce jeřábu bude využito nových technických poznatků.

3.1 Ocelová mostní konstrukce jeřábu

Je třeba si uvědomit, že se jedná o rozměrné zařízení. Délka jednotlivých nosníků, mezi něž bude umístěn pásový dopravník a budou tvořit most jeřábu, bude mít délku 65 metrů a šířku 6 metrů, (obrázek č.16). jednotlivé vyrobené nosníky budou mít průřez obdélníku.

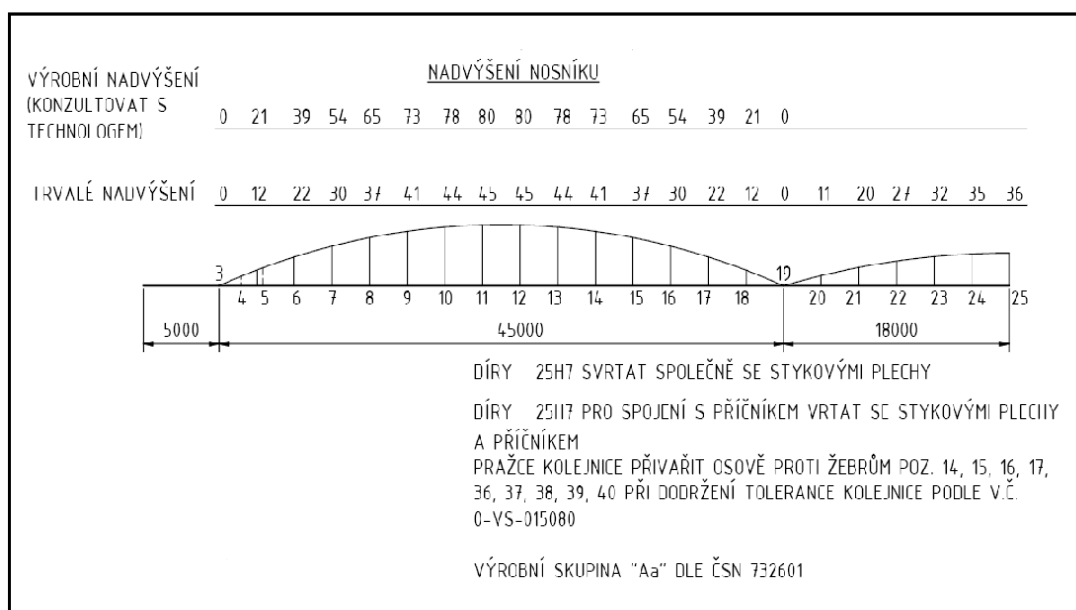


Obr. č.16 Model ocelové mostní konstrukce mostu jeřábu a podpěr

Ocelová mostní konstrukce jeřábu je ve vztahu k výrobě, obrábění a následné montáži složena ze tří dílů, spojených při finální montáži přesnými šrouby. Podpěry tvoří dle místního vžitého názvosloví, které přejala i projekční a konstrukční kancelář , pevná noha a kyvná noha.

Ocelovou mostní konstrukci jeřábu z důvodu jednak rozměrnosti, tak i z důvodu hmotnosti kočky jeřábu je nutno taktéž nadimenzovat, provést nadvýšení nosníků ocelové mostní konstrukce mostu jeřábu (obrázek č. 17).

Nadvýšení mostu je taktéž nutno vzít do úvahy při opracování jednotlivých na stroji HCW 2. Ustavení nosníků na stroji provést s předepsaným nadvýšením od projektanta, pozornost tomuto ustavení na HCW 2 je šíře věnována v kapitolách pojednávajících o obrábění jednotlivých dílů ocelové konstrukce jeřábu.



Obr. č. 17 Ocelová mostní konstrukce mostu jeřábu, nadvýšení nosníků

3.2 Pevná noha jeřábu

Pevná noha jeřábu (obrázek č.18), je na úrovni stávající obslužné komunikace a železničního svršku. Bude mít výšku 5 m a šířku 11 m. Je zde zařazen zcela záměrně výše zmiňovaný obrázek č.18 pro bližší představu a porovnání s vozidlem obecně známých rozměrů, o jak rozměrné jednotlivé části ocelové konstrukce jeřábu, tedy i pevné nohy, se jedná. Podobně, jako ocelová mostní konstrukce jeřábu, bude pevná noha sestávat ze tří dílů ocelové konstrukce které po transportu na montážní pracoviště bude sestavena pomocí přesných šroubů do celku. Pevná noha bude s ocelovou mostní konstrukcí jeřábu spojena přesnými šrouby. Pojezd mostu jeřábu je řešen podvozky, vybavených pohonnými jednotkami. Do vahadla jsou zakomponovány vždy dva podvozky, která jsou zavěšena a spojena kyvně s pevnou nohou. Kyvné zavěšení vahadel řeší případné nerovnosti na kolejích jeřábu a zamezují přenosu těchto vlivů do pevné nohy, respektive do celé ocelové mostní konstrukce jeřábu.



Obr. č. 18 Pevná noha jeřábu

3.3 Kyvná noha jeřábu

Kyvná noha jeřábu (obrázek č. 19), pohybující se v úrovni zapuštěných jam, má tvar rovnoramenného lichoběžníku. Její výška je 11 m, a největší šířka 11 m. Kyvná noha svým řešením, spoj s ocelovou mostní konstrukcí jeřábu je řešen kloubem, umožňuje vyrovnávat teplotní vlivy působící na ocelovou mostní konstrukci jeřábu, včetně hmotností jeřábové kočky, jež se bude pohybovat po kolejích na ocelové mostní konstrukci jeřábu. Pojezd mostu jeřábu ze strany kyvné nohy je řešen obdobně jako u pevné nohy. Jednotlivé pohonné jednotky podvozků budou zapojeny do kříže, aby se tak předešlo křivení ocelové mostní konstrukce jeřábu. Celá tato problematika bude ošetřena i softwarově. Opracování vahadel a podvozků nebude řešeno v této diplomové práci, protože že se nejedná v porovnání s ocelovou mostní konstrukcí jeřábu, pevné a kyvné nohy o velkorozměrné díly ocelové konstrukce.



Obr. č. 19 Kyvná noha jeřábu

3.4 Jeřábová kočka

Jednoznačně nejsložitější je jeřábová kočka (obrázek č.20). Jedná se jednoznačně o nejsložitější strojní uzel celého jeřábu. Kromě základního rámu jeřábové kočky se jedná o díly podstatně menších rozměrů, než jednotlivé části ocelové konstrukce jeřábu.



Obr. č.20 Jeřábová kočka

Svým finálním vzhledem i vybavením se bude nejvíce lišit od jeřábových koček, kterými jsou stávající jeřáby vybaveny nyní. Co se týče vzhledu, bude jinak řešena poloha kabiny jeřábníka, pro jeho lepší výhled do pracovního prostoru (obrázek č.21), za účelem eliminace mrtvých úhlu. Jeřábníkovi práci podstatně zjednoduší softwarový systém graab control, řešící práci drapáku. Softwarový systém zaručí nabírání drapáku vždy do úplného vyplnění lžíce drapáku. Nakládka jednotlivých komponentů aglomerátu není vůbec jednoduchá zvláště pro homolovitý tvar hromad aglomerátu. Použitím softwarového systému je jednoznačně zvýšena produktivita práce celého jeřábu.

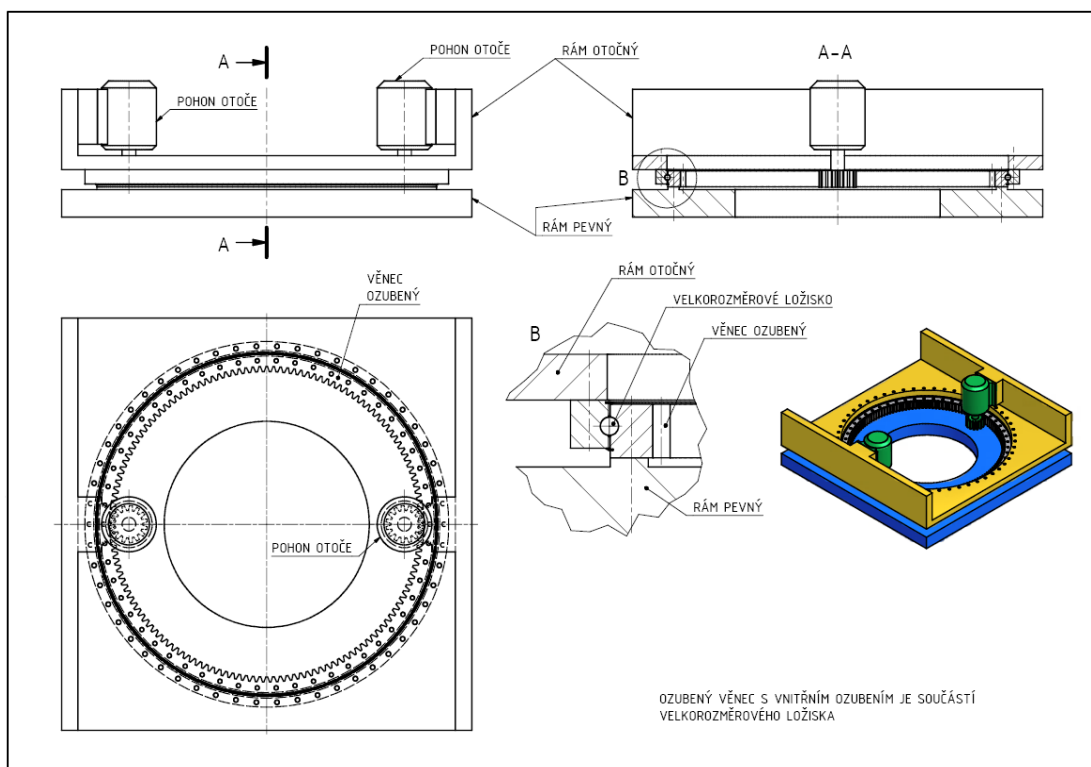


Obr. č.21 U nové kabiny bude zajištěn lepší výhled

Oproti původním jeřábům bude jinak koncepčně řešeno i otáčení kočky (obrázek č.22). Velkorozměrové ložisko je provedeno včetně ozubeného věnce na vnitřním průměru kroužku. Do tohoto ozubeného věnce zabírají dva pastorky pohonu otáčení jeřábové kočky. Zásadní výhodou tohoto řešení oproti řešení na stávajících jeřábech je, že ozubení je umístěno ve vnitřním prostoru ložiska a tím současně i ve vnitřním prostoru nosné konstrukce. Tento prostor je možno dostatečně uzavřít proti vnikání prachu a tím ozubení převodu chránit proti opotřebení, případně poškození. Výrobce provede velkorozměrné ložisko včetně povrchového kalení a broušení boků zubů, což zajistí jejich vysokou odolnost proti opotřebení.

V případě správné údržby, která spočívá v pravidelné kontrole dotažení upevňovacích šroubů ložiska, očištění ozubení od starého maziva a promazání ozubení i ložiska je životnost ozubení vysoká a srovnatelná s životností vlastního ložiska. Vzhledem k tomu, že je ozubení věnce součástí ložiska, je zajištěno přesné centrování osy otáčení otočného rámu a osy ozubeného věnce a tím i přesná vzájemná poloha mezi pastorky pohonu a vlastním věncem v kterékoliv poloze při otáčení. To umožní instalovat

pastorky s menší zubovou vřetím a tím snížit namáhání zubů v důsledku reverzace otáčení. Toto řešení je již projekční firmou ověřené u jiných projektovaných jeřábů podobné koncepce. Nové řešení otáčení kočky dle projekční firmy tedy zajistí plynulý chod při otáčení a zajistí delší životnost středového velkorozměrového ložiska.



Obr. č.22 Nové řešení otáčení kočky

4 Návrh výroby ocelové mostní konstrukce jeřábu ve vztahu k finálnímu obrábění

4.1 Příprava projektu jeřábu, zpracování výrobní dokumentace

Úvodem je nutno zdůraznit že u výroby skládkového jeřábu se jedná o výrobu zdvihacího zařízení. Ocelová konstrukce je zařazena do třídy Aa dle ČSN 732601. To sebou přináší i nutnost geodetického zaměření skládkového jeřábu dle platné legislativy před zahájením provozu. Jednotlivé úchytky rozměrů a tvarů ocelové konstrukce musí splňovat podmínky dle ČSN 732611. Této záležitosti je věnována dostatečná pozornost dále v této kapitole a kapitole číslo 5.

Výrobou jeřábu, včetně jeho montáže, oživení a zprovoznění, byly v rámci skupiny Třineckých železáren, a.s. pověřeny Strojírny Třinec, a.s., které se zabývají výrobou ocelových konstrukcí, strojním obráběním a další strojírenskou činností. Nový vyrobený skládkový jeřáb bude předán k užívání provozu Aglomerace do konce roku 2010. Byly uzavřeny Smlouvy o dílo mezi Strojírnami Třinec, a.s. a ostatními firmami, které se budou podílet na projektu, výrobní dokumentaci strojní a elektro a výrobě jednotlivých dílů jeřábu. Před zadáním projektu a navazující výroby jeřábu byl zpracován techniky provozu Aglomerace a techniky Technického rozvoje TŽ, a.s. 12 stránkový dokument Základních zadávacích údajů pro nový jeřáb, který řešil základní technické zadání i data k softwarovému řízení jeřábu, včetně předávání dat do nadřazené úrovně.

Práce, které vyvrcholí předáním jeřábu po zkušebním provozu mateřskému hutnímu podniku mohly začít. Bylo rozhodnuto, že zpracování projektu jeřábu a finální montáž ocelové konstrukce jeřábu, včetně jeřábové kočky, bude řešeno subdodávkou. Zpracování projektu jeřábu, včetně výrobní dokumentace bylo zadáno renomované firmě, zabývající se projekční činností. Finální montáž z jednotlivých vyrobených velkorozměrových částí ocelové konstrukce bylo svěřeno ostravské firmě, zabývající se montáží zařízení podobného typu.

Před započítím prací byli jmenováni zástupci z Třineckých železáren, a.s., ze Strojíren Třinec, a.s. i projekční a montážní firmy, kteří budou koordinovat jednotlivé činnosti. Za Strojírny Třinec, a.s. jsem. byl pověřen řízením této investiční akce já, v pozici projektového manažera.

Dle Základních zadávacích údajů započaly práce v několika směrech, jak na projektové a navazující výrobní dokumentaci strojní i elektro a taktéž na přípravě budoucího staveniště a řešení přístupových komunikací ke staveništi, bez omezení práce výrobních agregátů. V úzké koordinaci započaly mimo jiné jednání mezi jmenovanými pracovníky týkajících se řešení ocelové konstrukce jeřábu i z pohledu výroby, obrábění a přepravy jednotlivých dílů ocelové konstrukce na budoucí montážní staveniště.

Technici provozu Aglomerace stanovili polohu budoucí montážní staveniště. Na jednáních a pochůzkách po budoucím montážním staveništi, na kterých byli samozřejmě zástupci všech stran, po zvážení i pracovního dosahu montážního jeřábu, včetně daných snižujících koeficientů pro vyklonění ramena montážního jeřábu bylo definováno, že maximální hmotnost břemene pro manipulaci na staveništi je 30 tun. Aby bylo možné této hmotnosti dodržet, bylo ujednáno, že ocelová konstrukce mostu (každý díl mostu je tvořen dvěma nosníky) bude rozdělena na tři díly. Jednotlivé díly budou spojeny na staveništi při montáži přesnými šrouby. Taktéž ocelová konstrukce podpěrných noh, které mají tvar rovnoramenného lichoběžníku, budou složeny každá ze tří dílů. Zde bylo nutno rozhodnout takto ne z důvodu hmotnosti, ale z důvodu rozměrnosti podpěrných noh, vzhledem k šířce stávajících přístupových tras, které byly při pochůzkách po budoucím staveništi změřeny. Zástupci jednotlivých stran se shodli a takový vzešel i požadavek na zástupce projektu, aby jednotlivé další díly jeřábu tvořily již hotové dílčí části, aby montáž ve výšce nebyly zbytečně pracná, např. kočka, bude tvořena (mimo zmiňované pochůzkové lávky a zábradlí) bude sestavena již ze dvou ostrojených dílů apod. S výše uvedenými specifikacemi mohla začít práce projekční firmy na projektu jeřábu, posléze na výrobní dokumentaci jeřábu.

Strojírny Třinec, a.s. jako nositel projektu ve vztahu k Třineckým železárnám, a.s. a z důvodu předpokládaným rozsáhlým pracím, jmenovaly na své úrovni další techniky a technology. Tito se podíleli v čele s projektovým manažérem od počátku na těsné spolupráci s projekční firmou na zpracování projektu jeřábu a následné výrobní dokumentaci. Zvláště pak ve vztahu k výrobním a manipulačním možnostem ve Strojárnách Třinec, a.s., rozměry jednotlivých výrobních hal v návaznosti na rozměry vstupních vrat do hal a obrábění velkorozměrových ocelových konstrukcí na HCW 2.

4.2 Návrh výroby ocelové mostní konstrukce včetně realizace a ve vztahu k finálnímu obrábění na HCW 2

Po zpracování výrobní dokumentace přípravou výroby ve Strojárnách Třinec, a.s a následném dodání objednaného materiálu s příslušnými atesty, byla zahájena ve Strojárnách Třinec, a.s. v provozu Mechanické dílny, v dílně ocelové konstrukce, vlastní výroba jednotlivých nosníků ocelové mostní konstrukce jeřábu. Jednotlivé nosníky, respektive části mostu budou před vlastní montáží na staveništi sestaveny v rámci předmontážního sestavení a geodeticky zaměřeny, aby práce na vlastním staveništi byly co nejplynulejší. Po konzultaci s pracovníkem, který bude provádět veškerá geodetická zaměření, technology Strojíren Třinec, a.s. a konstruktéry projekční firmy, bylo upuštěno od obrábění na HCW 2 u nosníků středního dílu mostu. Bylo rozhodnuto, že nosníky z důvodu rozměrnosti budou vyráběny vždy po dva kusy, tvořící spolu vždy příslušnou část ocelové mostní konstrukce jeřábu. Části mostu budou vyráběny v tomto pořadí:

- nosníky u kyvné nohy
- nosníky u pevné nohy
- nosníky střední dílu mostu

Současně se zahájením výroby jednotlivých nosníků byla zahájena výroba podpěr jeřábu a to v tomto pořadí:

- kyvná noha
- pevná noha

Toto stanovené pořadí není náhodné, ale je účelné, zároveň jsou vyráběny ocelové konstrukce, které budou na stavbě spojeny, tudíž v případě jakýchkoliv problémů bylo možno problém zkonzultovat a vyřešit bez jakéhokoliv prodlení. Ve výše uvedeném pořadí probíhalo i opracování jednotlivých částí vyrobené ocelové konstrukce na HCW 2. Než přistoupím k návrhu výroby a obrábění ocelových konstrukcí nosníků na HCW 2, je nutné se zde zmínit o provedení povrchových úprav nosníků. Nosníky budou i uvnitř ošetřeny základním nátěrem. Tomuto je nutno přizpůsobit technologický postup výroby nosníku, navaření horní pásnice provést vždy až pro provedení vnitřního nátěru, nosníky jsou tvořeny dvěma stojinami dvěma pásnicemi.

4.2.1 Výroba a obrábění na HCW 2 nosníků u kyvné nohy

Jmenovaní technologové a technici v čele s projektovým manažérem na schůzkách týmu prodiskutovali veškeré detaily rámcových technologických postupů, které začínaly výrobou ocelové konstrukce a končily technologickým postupem obrábění ocelových konstrukcí na HCW 2.

Rámcový technologický k výrobě a obrábění ocelové konstrukce nosníků, u kyvné nohy byl prakticky tvořen, podobně jako u následující výroby, již od svaření spodní pásnice dvojice nosníků.

Vzhledem ke specifické železniční vlečce v areálu TŽ, a.s., bylo nutno určit orientaci a polohu nosníku pro výrobu ocelové konstrukce vzhledem k následnému upnutí a obrábění na HCW 2. Zejména se jednalo o obrábění otvorů Ø 200 H8, přes které bude kyvná noha pomocí hřidelů spojena s dvojicí nosníků. Také i z důvodů rozměrů výrobní haly, kde probíhala výroba nosníků, případné otáčení by způsobilo komplikace. Železniční vlečka je specifická tím, že by po naložení nosníků na železniční vagón, by nešlo změnit orientaci naloženého nosníků ve vztahu k poloze budoucích otvorů Ø 200 H8. Na obrázcích č.23, č.24 na následující straně, je vidět postupné fáze výroby ocelové konstrukce nosníků. Orientace nosníků po celou dobu výroby je již daná.



Obr. č.23 Pásnice s výztužnými okny a zárodkem kloubu pro spojení s kyvnou nohou



Obr. č.24 Dvojice nosníků, nosník vlevo ošetřen již vnitřním nátěrem

4.2.1.1 Vrtání přesných otvorů do nosníků

Součástí výroby ocelové konstrukce, na které se taktéž technologové obrábění podíleli, bylo vrtání přesných otvorů 25 H7. Vrtání probíhalo současně i do spojovacích desek, přes které budou na předmontáži a posléze na montáži jednotlivé částí nosníků, respektive mostů spojeny přesnými šrouby.

Spojovací desky byly na rýsovací desce orýsovány, následně dostatečně přivařeny ke konci nosníků a následovalo vlastní vrtání přesných otvorů. Spojovací desky byly taktéž nezaměnitelně označeny, aby na předmontáži i na montáži nebyly zaměněny, celkem se jedná o 16 kusů desek.

Z důvodu časové náročnosti byla zvolena jiná varianta vrtání a to mimo stroj HCW 2, tato varianta je vzhledem k vytížení HCW 2 a cenám za jednu hodinu obrábění na HCW 2 značně ekonomičtější. Za účelem vrtání přesných otvorů byla zakoupena magnetická vrtačka Rotabest 100 RL-E, která je vyobrazena na obrázku č. 25.



Obr. č.25 Magnetická vrtačka ALFRA Rotabest 100RL-E

Magnetická vrtačka Rotabest 100 RL-E se vyznačuje na svou třídu masivní konstrukcí, včetně masivních rybinových drážek pro posuv vrtačky. Vrtačka je vybavena strojním posuvem s přetěžovací pojistkou. Magnetická noha je opatřena třemi cívkami typu MPI (Magnetic power Increase) s automatickým elektronicky zvýšením magnetické síly při spuštění vrtačky do chodu a do záběru. V rámci snadného ustavení do příslušné pracovní pozice vrtání je vrtačka vybavena plovoucím magnetem. Plovoucí magnet má akční rádius snadného ustavení 10 mm. Dostatečně vysoký zdvih umožňuje výměnu nástrojů bez opuštění nastavené pracovní pozice. Na obrázku č. 26 obsluha pouze kontroluje vrtání otvorů a provádí pouze výměnu nástrojů a následně překontroluje přesný otvor kalibrem.



Obr. č.26 Vrtání otvorů magnetickou vrtačkou

4.2.1.2 Geodetické zaměření nosníků

Součástí rámcového technologického postupu obrábění na HCW 2 je i účast technologů obrábění na geodetickém zaměření nosníků a samozřejmě s postupující výrobou i u ostatních postupně vyráběných částí ocelových konstrukcí jeřábů. Geodetické zaměření je legislativou u vyráběných ocelových konstrukcí třídy Aa vyžadováno i vzhledem k dodržení povolených úchylek rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí dle ČSN 732611. Požadované geodetické zaměření bylo i žádoucí ve vztahu k uložení a následnému upnutí při obrábění na stroji HCW 2. Na obrázku č. 27 je dvojice nosníků připravena pro geodetické zaměření, včetně vyvrtání přesných otvorů 25 H7 na čelech dvojice nosníků.



Obr. č.27 Nosníky připraveny k dílčí přejímce

Geodetické zaměření předmětné dvojice nosníků a dalších jednotlivých dílů vyráběné ocelové konstrukce prováděla specializovaná firma, zaměřená na tuto činnost. Geodetické zaměření, respektive určení bodů pro geodetické zaměření bylo vždy konzultováno s firmou, která zpracovala projekt a následně výrobní dokumentaci pro výrobu skládkového jeřábu. Tato firma bude provádět geodetické zaměření postupně vyráběných jednotlivých dílů ocelové konstrukce, včetně geodetického zaměření na předmontážním

sestavení i geodetické zaměření na montážním staveništi. Tým, pracující na výrobě jednotlivých dílů ocelové konstrukce jeřábu musel mít stále na paměti nadvýšení nosníku, které je vyobrazeno na obrázku 17.

Pracovník pověřený geodetickým zaměřením používal Totální stanici **TPS 1200+**, (obrázek č. 28), včetně dalšího vybavení od renomované švýcarské firmy Leica – geosystems, s parametry jenž jsou níže ocitovány.



Obr. č.28 Totální stanice TPS 1200+

- laserový dálkoměr PinPoint R1000 pro měření bez odrazného hranolu až do 1000 m
- nejmenší rozptyl měřicího laserového paprsku na současném trhu
- červený laserový bod rozměrově odpovídá rozptylu paprsku, není to pouhé ukazovátko
- velmi kvalitní skutečně geodetický firmware (nikoliv Windows nebo DOS) bez rizika zavirování
- volitelně v automatickém provedení s vylepšenými funkcemi ATR (cílení do středu hranolu nebo odrazné folie) a PowerSearch (vyhledání hranolu pomocí vertikálního laserového paprsku)

- dokonale fungující "one-man-system" (dálkové ovládání přístroje od hranolu)
- nový kontrolér dálkového ovládání s dotykovou obrazovkou (touch screen)
- velký barevný dotykový displej s kvalitní grafikou, ikony pro rychlý vstup do menu
- inteligentní obsluha pomocí volně definovatelných funkčních kláves a klávesových zkratk
- zobrazení měření ve formě mapy s možností jejího exportu ve formátu .dxf
- dvojosý elektronický kompenzátor nové konstrukce
- registrace na paměťovou kartu Compact Flash
- rozsáhlé programové vybavení s možností rozšíření o další aplikace
- nekonečné ustanovky, laserová olovnice, kvalitní optika
- nová softwarová platforma Leica Geo Office společná pro všechny přístroje Leica

4.2.1.3 Převoz vyrobených nosníků na stroj HCW 2 k obrábění

Po geodetickém zaměření následoval převoz vždy jednoho nosníku na obrábění na stroj HCW 2. Důležitá byla orientace kloubu, vzhledem k základně, pásnici. Skutečně bylo možno pouze otočit každý nosník jen kolem vodorovné osy, jak je vidět na obrázcích č. 29 a č. 30.

Na obrázku č. 29 (v jeho pravé polovině), jsou vidět taktéž vyvrtané přesné otvory vidět 25 H7. Vlastní zavěšení nosníku bylo provedeno na dva jeřáby. Pro převoz takto rozměrných břemen byl zpracován Bezpečnostní pokyn pro manipulaci velkorozměrnými součástmi, který je uveden jako Příloha A této diplomové práce.



Obr. č.29 Nosník nakládán na vagón

Po přepravě nosníku na stroj HCW 2 (obrázek č. 30), započalo jeho vlastní ustavení do přesné polohy, včetně výrobního nadvýšení pomocí záměrných bodů, daných projekční firmou a zaměřených geodetem.



Obr. č.30 Ustavování nosníku na HCW 2

Záměrné body, sloužící pro ustavení nosníků byly vyraženy přímo na ocelovou konstrukci nosníku, jak je vidět na obrázku č. 31.



Obr. č.31 Jeden z pěti záměrných bodů na délce nosníku v červeném kroužku

Po pečlivém geodetickém zaměření následovalo vlastní obrábění čela nosníků a pak otvorů pro hřídel. Vyrobený hřídel spolu s obrobeným otvorem budou spolu tvořit kloub kyvné nohy. Poněvadž budou na HCW 2 obráběny pouze dvě dvojice nosníků a to každá dvojice s jiným výrobním nadvýšením, bylo upuštěno od zhotovení speciálních upínacích přípravků, jejichž výroba by byla ve vztahu k rozměrnosti konstrukce zdlouhavá a nákladná. Upnutí nosníku bylo provedeno přes přesazenou spodní pásnici vodorovnými upínkami. Poloha geodetického zaměření byla kontrolována po každé operaci číselníkovým úchylkoměrem a posuvem sloupu po základovém loži, vždy ve třech záměrných bodech dolní i horní pásnice.

Zarovnání čela nosníku bylo provedeno:

- Čelní frézou kruhovou Ø 200 mm s VBD SDMT 120508SR-M, ISO systém značení-katalogové označení 200C12R-W45SE123F
- Posuvová rychlost $v_f = 180\text{--}300 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$
- Otáčky $n = 290 \text{ min}^{-1}$

Operátor vodorovného frézovacího a vyvrtávacího stroje HCW 2 volil posuvovou rychlost dle polohy frézovací hlavy a dle úběru materiálu, čelo svařovaného nosníku nebylo rovné (obrázek č. 32).



Obr. č.32 Obrábění čela nosníku

Obrábění přesného otvoru 200 H8 pro kloub kyvné nohy a zarovnání čela otvoru:

- nástrojem vyvrtávací hrubovací tyč, vyvrtávací hladící tyč ze vsazeným nožem.
- Posuvová rychlost $v_f = 10\text{--}20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
- Otáčky $n = 110 \text{ min}^{-1}$

Opět operátor vodorovného frézovacího a vyvrtávacího stroje HCW 2 volil posuvovou rychlost dle polohy hrubovací tyče nebo hladící tyče ze vsazeným nožem a podle obráběné plochy (obrázek č. 33 a č. 34).



Obr. č.33 Obrábění otvoru



Obr. č.34 Obrábění čela otvoru

Obrábění nosníku na HCW 2 probíhalo taktéž pod dozorem určeného pracovníka kontroly odboru řízení jakosti, který po ukončení obrábění a proměření obrobených rozměrů vystavil protokol o měření.

Následně byl opracovaný nosník připraven na železničním vagónu k převezu na úložiště (obrázek č. 35). Pro srovnání je na obrázku zachycen nosník s osobním automobilem Fabia pro porovnání, o jakou velkorozměrnou konstrukci se jedná.



Obr. č.35 Obrobený nosník připraven k převozu

Na úložišti budou postupně uloženy všechny vyrobené a obrobené velkorozměrné ocelové konstrukce, nosníky a podpěry. V hale, vedle jejich úložiště, budou následovat vnější povrchové úpravy. Všechny obrobené plochy na HCW 2, včetně vyvrtaných přesných otvorů 25 H7, budou neprodleně ošetřeny antikorozním přípravkem. Při tryskání budou všechny obrobené plochy chráněné kryty.

4.2.2 Výroba a obrábění na HCW 2 nosníků u pevné nohy

U výroby nosníků u pevné nohy byla taktéž důležitá výchozí poloha nosníků ve vztahu k obrábění na HCW 2. Orientace obou nosníků ve vztahu nyní k ose montáže pevné nohy. I na této dvojici nosníků technologové obrábění koordinovali činnost při vrtání přesných děr 25 H7 u čela nosníků. Vrtání magnetickou **Rotabest 100 RL-E** bylo u těchto dvou nosníků podstatně více, přesnými šrouby bude spojena na montáži horní pásnice s pevnou nohou. Bylo dohodnuto mezi týmem Strojíren Třinec, a.s., a techniky montážní organizace, že po geodetickém zaměření osy pevné nohy, na každém nosníku a následném orýsování, budou do horní pásnice vyvrtány otvory průměru 24,7 mm. Až na montážním pracovišti, po geodetickém zaměření jeřábu bude svrtána pevná noha s pásnicí již přesnými otvory 25 H7.

V předešlé kapitole je věnováno více prostoru výrobě ocelové konstrukce nosníku, v této kapitole bych se chtěl více zaměřit na geodetické zaměření dvojice nosníku. Geodetické zaměření bylo o to náročnější, že bylo potřeba přesně zaměřit již výše zmiňovanou osu pro styk s pevnou nohou. Geodetické zaměření bylo zahájeno bezprostředně po dokončení výroby ocelové konstrukce nosníků.

Pracovníkem provádějícím geodetické zaměření byla v dílně ocelové konstrukce vytvořena virtuální síť ve výšce asi 4 m (obrázek č. 36) a k této síti byl vždy zaměřován každý záměrný bod přes terčik přes odrazové hranoly (obrázek č. 37. a č. 38). Pro geodetické měření byla používána totální stanice **TPS 1200** + od firmy Leica geosystems. Vždy po zaměření dvojice nosníků byly výsledky zpracovány i co se týče dodržení úchylek tvarových přesností dle ČSN 732611. Protokol z geodetického zaměření jsou součástí dokumentu o kvalitě k výrobě předmětného skládkového jeřábu. Pracovníkem provádějícím geodetické zaměření budou protokoly a údaje využity při geodetickém zaměření na předmontážním sestavení a následně na montáži.



Obr. č.36 V červeném kruhu jeden s hlavních bodů sítě



Obr. č.37 Záměrný terčík, záměrný bod



Obr. č.38 Odrazový hranol

Po geodetickém zaměření následoval převoz nosníků za účelem obrábění jejich čel na HCW 2, opět byly na stroji nosníky opakovaně geodeticky zaměřeny a za stejných řezných podmínek proběhlo jejich obrábění. Následovalo podobně jak u první dvojice uložení na úložišti.

4.2.2.1 Stanovení řezných podmínek

Úvodem v této podkapitole je nutné uvést, že při stanovování konkrétních řezných podmínek, pro konkrétní operaci, musíme vzít v potaz mnoho informací a vnímat soustavu nástroj-stroj-obrobek jako celek a tomuto celku řezné podmínky přizpůsobit, jak bylo také posouzeno při obrábění nosníků.

Můžeme konstatovat, že v dnešní době nástroje dalece ve svém vývoji předstihují vývoj obráběcích strojů. Je to samozřejmě pochopitelné, vývoj nových strojů – vývoj části jednotlivých technologických uzlů je nepoměrně dražší a je potřeba více času k jejich odzkoušení přímo v provozních podmínkách, než vývoj a odzkoušení třeba nových břitových destiček. Proto je zcela zřejmé, že z výše uvedené soustavy nástroj-stroj-obrobek je nutné

více zohlednit a přihlížet k technickým parametrům stroje a typu a charakteru obrobku.

Dříve zakoupené vodorovné vyvrtávačky firmou Strojírny Třinec, a.s. mají zcela zákonitě nižší technické parametry, než nový, zde prezentovaný stroj HCW 2–180 CNC. I když byly na strojích v minulosti provedeny GO. Technické parametry strojů je možno při GO podstatně vylepšit, ale některé konstrukční prvky brání dalšímu vylepšení. A to ať již se jedná o navýšení počtu otáček, zrychlení pracovních posuvů nebo odměřování poloh a jejich kontroly. Zde by bylo nutné sáhnout až ke konstrukčním změnám v odlitku stroje a toto by nebylo nejvhodnější zase z hlediska konstrukce, zejména stability a tuhosti stroje. A pokud by bylo přistoupeno k výměně celých technických uzlů stroje, pak ekonomicky výhodnější je zakoupit zcela nový stroj.

Řezné podmínky ovlivňuje samozřejmě i typ, charakter, rozměry, zvolený druh použitého materiálu pro výrobu součásti, kterou budeme obrábět a to se zvláště jedná u velkorozměrných součástí. Je samozřejmé, že zcela jiné řezné podmínky stanovíme pro frézování v blízkosti vřetena, blízko bodu upnutí obrobku a zcela jiné pro frézování v maximální vzdálenosti od vřetena (maximální vysunutí pinoly) a daleko od nejbližšího bodu upnutí. Kdyby technolog nezohlednil pozici obrábění a zvolil by stejné parametry, došlo by k rozkmitání celé soustavy nástroj-stroj-obrobek, které by se projevilo jak v přesnost opracování a kvalitě povrchu, tak v životnosti nástroje a kmitání není samozřejmě vhodné ani s ohledem na životnost stroje. Chceme – li proto stanovit konkrétní řezné podmínky, můžeme takto učinit jen u zcela konkrétní součásti, daného druhu obrábění, za předpokladu zohlednění výše uvedených podmínek a skutečností.

4.2.3 Výroba nosníků středního dílu mostu

Jak je již zmíněno v kapitole 4.2, po konzultaci s pracovníkem, který provádí veškerá geodetická zaměření, technology Strojíren Třinec, a.s., konstruktéry projekční firmy a technology montážní organizace, bylo upuštěno od obrábění na HCW 2 u nosníku středního dílu mostu.

Výroba nosníků středního dílu mostu probíhala podobně jako předešlých dvojic nosníků. Nosníky středního dílu mostu budou vyrobeny s technologickým přídávkem 50 mm na každé straně. Na čelech nosníků středního dílu mostu do vzdálenosti 1500 mm nebudou provedeny ani nátěry nosníků.

Na předmontážním pracovišti budou podle geodetického zaměření na místě ustaveny nosníky u kyvné nohy a nosníky u pevné nohy, včetně pěti příčníků pásové dopravy a příčníků mostu jeřábu. Po geodetické ustavení výše zmíněných dílů ocelové konstrukce, budou nosníky středního dílu následně dolicovány do sestavené ocelové konstrukce mostu jeřábu. I tyto konzultace proběhly a tento postup byl dohodnut již v rámci zpracovávání projektu jeřábu a ve vztahu k těmto konzultacím proběhlo i objednávání vstupního materiálu. Pro všechny nosníky mostu jeřábu se jednalo o speciální válcování plechů na zakázku, s ohledem na šířku, respektive výšku stojin nosníků.

5 Návrh výroby pevné a kyvné nohy jeřábu ve vztahu k finálnímu obrábění

Z důvodu velkého objemu a náročnosti výroby ocelové konstrukce skládkového jeřábu a v návaznosti splnění harmonogramu, předání nového vyrobeného skládkového jeřábu do užívání provozu aglomerace do konce roku 2010, byla svěřena výroba ocelových konstrukcí pevné a kyvné nohy dceřiné společnosti, jež patří do skupiny Třineckých železáren, a.s.

Výroba ocelových konstrukcí pevné a kyvné nohy probíhala pod dohledem týmu Strojíren Třinec, a.s. Techniky a technology obou stran, včetně účasti konstruktéra projekční firmy, byla konzultován postup výroby ocelových konstrukcí i následného obrábění, které bude opět provedeno ve Strojárnách Třinec. a.s. , v provozu Mechanických dílen – BM na stroji HCW 2.

Jednotlivé ocelové konstrukce podpěr jsou také sestaveny z důvodu rozměrnosti a náročné přepravy opět každá ze tří dílů. Geodetické zaměření i obrábění na stroji HCW 2 bude samozřejmě probíhat v sestaveném stavu. Podobně, jako nosníky, budou jednotlivé díly spojeny pomocí spojovacích desek a proces vrtání přesných otvorů je v podstatě stejný, jako u nosníků.

Povrchové úpravy vnitřních částí budou probíhat pouze částečně, budou se týkat pouze těch částí, které nebudou uzavřeny svařováním.

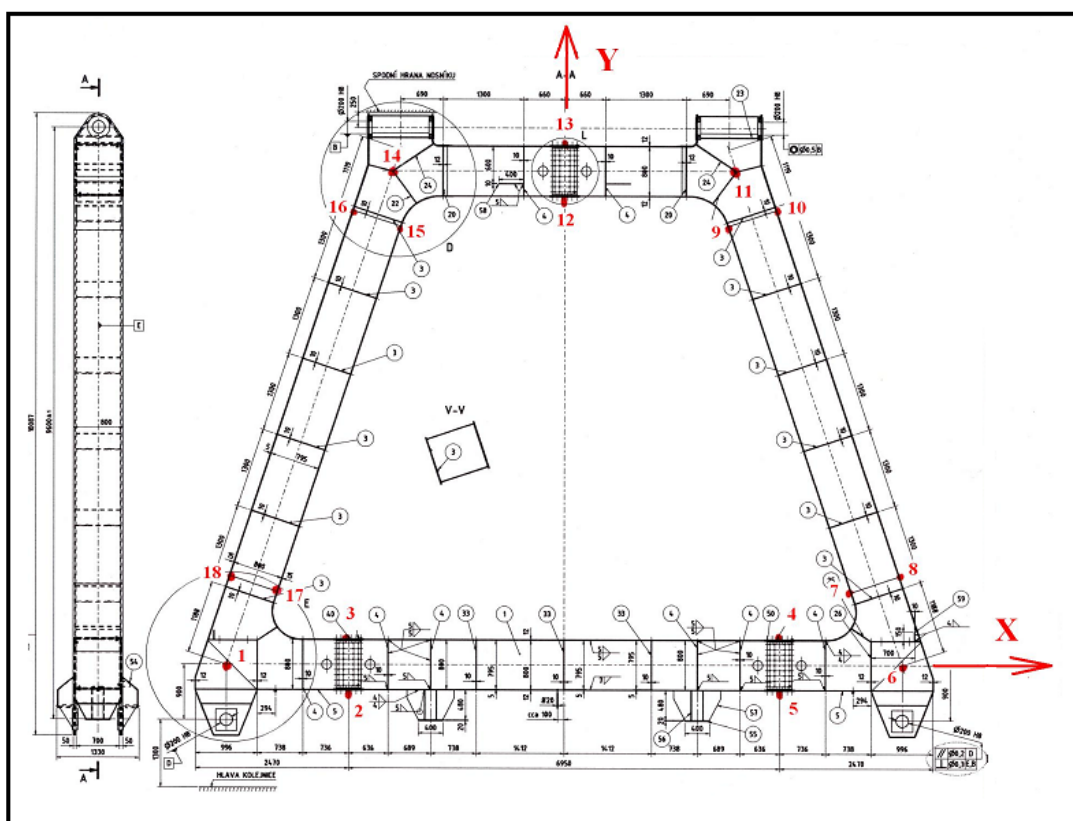
5.1 Výroba a obrábění kyvné nohy na stroji HCW 2

Jak je již v předchozí kapitole uvedeno, za spolupráce techniků a technologů probíhala výroba ocelové konstrukce kyvné nohy (obrázek č. 39). Ve vztahu k montážním pracím bylo konzultováno s konstruktérem projekční firmy i uložení hřídele a otvoru pro hřídel, které budou tvořit kloub kyvné nohy. Původní uložení Ø 200 H8/ f7 bylo konstruktérem změněno. Toleranční pole hřídele je po úpravě dolní mezní rozměr – 0,3 mm. Ve vztahu pevnostních předpokladů ocelové konstrukce a následného zatížení hřídele v kloubu kyvné nohy se jedná o maximální toleranci povolenou konstruktérem projekční firmy.



Obr. č.39 Fáze výroby ocelové konstrukce kyvné nohy

Po dokončení výroby ocelové konstrukce kyvné nohy bylo provedeno geodetické zaměření v celkovém sestavení (obrázek č. 40) a následovala demontáž a přeprava jednotlivých dílů ke stroji HCW 2 (obrázek č. 41).



Obr. č.40 Záměrné body kyvné nohy vyznačeny červeně



Obr. č.41 Jednotlivé díly kyvné nohy u HCW 2

Na obrázku č. 41, v jeho spodní polovině, vidíme na paletě uložené spojovací desky pro sestavení kyvné nohy, pro obrábění v sestavení na stroji HCW 2. Montáž do celkového sestavení následovala bezprostředně po přepravě ke stroji HCW 2 (obrázek č. 42).



Obr. č.42 Sestavení kyvné nohy

5.1.1 Obrábění kyvné nohy na stroji HCW 2

Na obrázku č. 43 je již kyvná noha geodeticky zaměřena a připravena k následnému obrábění.



Obr. č.43 Kyvná noha připravena na obrábění

Záměrně až nyní, kdy vidíme pracoviště stroje HCW 2 a přilehlé okolí, se chci zmínit o rámcovém technologickém postupu obrábění kyvné nohy, ve vztahu na chod celé výrobní haly. Obrábění kyvné nohy přineslo sebou omezení práce na jedné ze dvou rýsovacích desek. Pracoviště a přilehlé prostory byly ohraničeny páskou s výstražnými tabulkami „Zákazu průchodu“ a „Zákazu vstupu“. Bylo potřeba taktéž koordinovaně zajistit tok materiálu na sousední stroje jinou přístupovou cestou. Zde se je nutné také zmínit, že z důvodu obrábění, které bude probíhat na dvě upnutí, bude potřeba ve vodorovně rovině ocelovou konstrukci kyvné nohy otočit o 180° a ta má v úhlopříčce 15 metrů. Tuto skutečnost bylo nutno také prověřit, aby bylo možné otočení ocelové konstrukce kyvné nohy v sestavení.

Dle výkresu kyvné nohy, který je uveden jako Příloha B této diplomové práce, byl technology obrábění připraven technologický postup k obrábění na stroji HCW 2. Opět, podobně jako u opracování nosníků, bylo upuštěno od výroby upínacích přípravků, jednalo by se o nákladnou záležitost. Upnutí bylo provedeno dostatečným počtem vodorovných upínek přes přesahující plechy ocelové konstrukce. Je nutno podotknout, že obrábění bylo prováděno na dvě upnutí, po každém upnutí proběhlo geodetické zaměření.

5.1.1.1 Obrábění při prvním upnutí

Při prvním upnutí (obrázek č. 44), bylo provedeno obrábění dvou otvorů $\varnothing 200 \text{ H8}$, včetně obrábění čel dle detailu D dle výkresu. Otvor společně s hřídelí bude tvořit kloub kyvné nohy. K obrábění byla použita frézovací hlava, jejímž pootočením o 180° byla garantována sousost obráběných otvorů $\varnothing 200 \text{ H8}$.



Obr. č.44 První upnutí kyvné nohy

Pro obrábění otvorů Ø 200 H 8 a zarovnání čel byly zvoleny :

- řezné nástroje:
 - vyvrtávací hrubovací tyč, vyvrtávací hladící tyč ze vsazeným nožem
- řezné podmínky:
 - Posuvová rychlost $v_f = 20\text{--}30 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
 - Otáčky $n = 110 \text{ min}^{-1}$

5.1.1.2 Obrábění při druhém upnutí

Po otočení kyvné nohy o 180° (obrázek č. 45), po geodetickém zaměření, jímž byl garantován i rozměr 9600 mm s tolerancí 2 mm, řez A-A, při druhém upnutí (obrázek č. 46), bylo provedeno obrábění otvorů Ø 200 H8, včetně zarovnání čel, detail C, řez B-B. Zmíněné otvory jsou určeny pro zavěšení vahadel a následně podvozků jeřábu. Podvozky jeřábu jsou součástí pojezdů mostu skládkového jeřábu. Taktéž bylo provedeno vrtání 8 kusů otvorů a jejich závitování závitem M 24, které budou sloužit pro uchycení podložek, která bude na montáži zasunuta do drážky hřídele a zamezí tak jeho axiálnímu posunutí během provozu.

- řezné nástroje:
 - Čelní frézy kruhové Ø 50 mm – s VBD CCMT 120408E-48, ISO systém značení-katalogové označení 50A04R-S45SE12F-A
 - Čelní frézy kruhové Ø 200 mm s VBD SDMT 120508SR-M, ISO systém značení-katalogové označení 200C12R-W45SE123F
 - Vrták Ø 21 mm
 - Závitorezná hlava včetně závitníku M 24
- řezné podmínky:
 - Čelní frézy kruh. Ø 200 mm - posuvová rychlost $v_f = 160 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
 - Čelní frézy kruh. Ø 200 mm - otáčky $n = 200 \text{ min}^{-1}$
 - Čelní frézy kruh. Ø 50 mm - posuvová rychlost $v_f = 250 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
 - Čelní frézy kruhové Ø 50 mm - otáčky $n = 500 \text{ min}^{-1}$
 - Vrták Ø 21 mm - otáčky $n = 200 \text{ min}^{-1}$
 - Vrták Ø 21 mm - posuvová rychlost $v_f = 35 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
 - Otáčky n pro závitování–do záběru = 50 min^{-1} , ze záběru = 80 min^{-1}



Obr. č. 45 Otáčení kyvné nohy



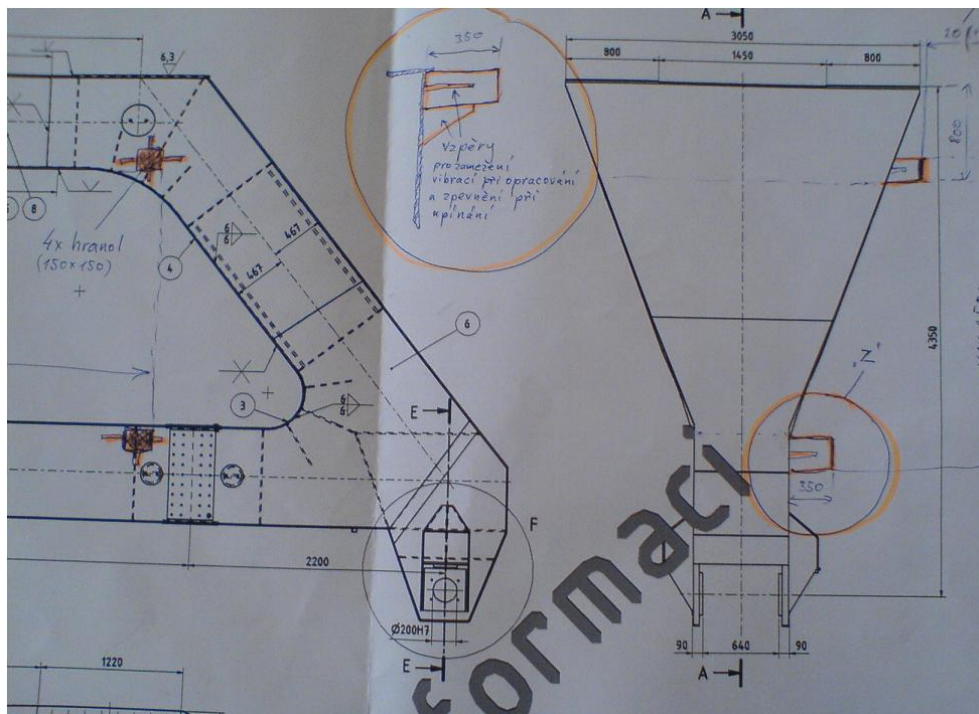
Obr. č. 46 Obrábění otvorů při druhém upnutí

Obrábění kyvné nohy na HCW 2 probíhalo taktéž pod dohledem určeného pracovníka kontroly odboru řízení jakosti, který po ukončení obrábění a proměření obrobených rozměrů vystavil protokol o měření, který je uveden jako příloha C této diplomové práce.

5.2 Výroba a obrábění pevné nohy na HCW 2

Podobně, jako ocelová konstrukce kyvné nohy byla i ocelová konstrukce pevné nohy vyrobena v dceřiné společnosti, jež patří do skupiny Třineckých železáren, a.s. Obrábění proběhlo taktéž na stroji HCW 2. Ocelová konstrukce pevné nohy je tvarově nejsložitější konstrukcí celého mostu nového jeřábu. Také je tvořena ze tří dílů pro snadnější transport, obrábění však proběhne v sestavení. Tým složený z techniků a technologů Strojíren Třinec, a.s. a dceřiné společnosti, která vyrábí ocelovou konstrukci, společně s konstruktérem projekční firmy hledali a zvažovali mimo jiné i co nejlepší řešení pro upnutí pevné nohy při obrábění na stroji HCW 2.

Po vzájemných konzultacích byl informační výkres pevné nohy doplněn o opěrné body a zaslán zpět projekční firmě (obrázek č. 47).



Obr. č.47 Návrh opěrných bodů pro obrábění

Opěrné body byly konstruktérem projekční firmy propočítány vzhledem k únosnosti celé ocelové konstrukce a doplněny na výkres pevné nohy, který je uveden jako příloha D této diplomové práce. Po obrábění ocelové konstrukce budou opěrné body odstraněny. Na obrázku č. 48, po vyrobení ocelové konstrukce připravované do pozice k geodetickému zaměření, jsou v červených kruzích právě označeny opěrné body.



Obr. č.48 Opěrné body pro obrábění

5.2.1 Obrábění pevné nohy na stroji HCW 2

Za technologickou základnu byla zvolena ta plocha pevné nohy, která bude při montáži jeřábu spojena přesnými šrouby s nosníky. Jedná se o největší plochu pevné nohy. Po montáži pevné nohy do celku, (obrázek č. 49) a následném geodetickém zaměření přímo na stroji, byly obrobena opěrné body, na kterých bude pevná noha ustavena a následně bude pokračovat obrábění dalších ploch. Opět podobně jako u kyvné nohy, na dva upnutí. Taktéž, podobně jako při obrábění předešlých ocelových konstrukcí na stroji HCW 2, nebyl vyroben speciální upínací přípravek. Zajištění upnutí bylo provedeno dostatečným počtem vodorovných upínek.



Obr. č. 49 Smontovaná pevná noha připravená na obrábění

5.2.1.1 Obrábění při prvním upnutí

Při prvním upnutí byly obráběny otvory $\varnothing 200$ H8 pro hřídele a čela zesílení pro hřídele, na kterých budou zavěšena vahadla a podvozky pojezdu jeřábu. Následně bylo provedeno vrtání otvorů a závitování M 24 pro šrouby, které budou společně s vymezovacími plechy jistit danou polohu hřídele vahadla.

- řezné nástroje:
 - Čelní frézy kruhové $\varnothing 50$ mm – s VBD CCMT 120408E-48, ISO systém značení-katalogové označení 50A04R-S45SE12F-A
 - Čelní frézy kruhové $\varnothing 200$ mm s VBD SDMT 120508SR-M, ISO systém značení-katalogové označení 200C12R-W45SE123F
 - Vrták $\varnothing 21$ mm
 - Závitořezná hlava včetně závitníku M 24

➤ řezné podmínky

- Čelní frézy kruh. Ø 200 mm posuvová rychlost $v_f = 160 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.
- Čelní frézy kruhové Ø 200 mm otáčky $n = 200 \text{ min}^{-1}$
- Čelní frézy kruh. Ø 50 mm posuvová rychlost $v_f = 250 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
- Čelní frézy kruhové Ø 50 mm otáčky $n = 500 \text{ min}^{-1}$
- Vrták Ø 21 mm otáčky $n = 200 \text{ min}^{-1}$
- Vrták Ø posuvová rychlost $v_f = 35 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
- Otáčky n pro závitování - do záběru = 50 min^{-1} ,
- ze záběru = 80 min^{-1}

Na obrázku č. 50 je vidět potřebnost opěrných bodů pro opracování, poněvadž trychtýřovité zúžení tvaru pevné nohy by nezabezpečovalo stabilní upnutí a bylo by potřeba vyrobít speciální přípravky pro upnutí, které by při obrábění jednoho kusu bylo pracné a velice neefektivní. I na tomto příkladu, jak ostatně v této diplomové práci není ojedinělé, je nutno zdůraznit přítomnost techniků a technologů již při zrodu projektu a následném zpracování výrobní dokumentace.



Obr. č. 50 První upnutí pevné nohy na HCW 2

5.2.1.2 Obrábění při druhém upnutí

Při druhém upnutí pevné nohy (obrázek č. 51), byly obráběny desky, které budou na montáži spojené se spodními pásnicemi nosníků u pevné nohy. Taktéž byly vyvrtány v osách pro nosníky otvory $\varnothing 30$. Jedná se o pomocné otvory, které vyžadují technici montážní organizace. Otvory budou sloužit pro jištění pozice po geodetické zaměření na montáži a v průběhu vrtávání otvorů 25 H7 do desek pevné nohy a nosníků, kde jsou již vyvrtány otvory 24,7 mm – podkapitola 4.2.2 této diplomové práce.



Obr. č. 51 Druhé upnutí pevné nohy na HCW 2

- řezné nástroje:
 - Čelní fréza kruhová $\varnothing 250$ mm s VBD SDMT 120508SR-M, ISO systém značení-katalogové označení 200C12R-W45SE123F
 - Vrták $\varnothing 30$ mm
- řezné podmínky
 - Čel. fr. kruh. $\varnothing 250$ mm - posuvová rychlost $v_f = 200-250 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.
 - Čelní fréza kruh. $\varnothing 250$ mm - otáčky $n = 200 \text{ min}^{-1}$
 - Vrták $\varnothing 30$ mm - otáčky $n = 180 \text{ min}^{-1}$
 - Vrták $\varnothing 30$ mm - posuvová rychlost $v_f = 20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$

6 Technicko – ekonomické zhodnocení

Vyjadřovat přímo konkrétně v číslech, kolik firma Strojírny Třinec, a.s. zaplatila za stroj HCW 2 – 180 CNC, by na tomto místě bylo nevhodné a vůči samotné firmě, která umožňuje svým pracovníkům, studujícím při zaměstnání, získat kvalitní podklady a informace k zvolenému tématu diplomové práce, neetické. Podobně je to i k tarifním cenám za opracování ocelových konstrukcí na stroji HCW 2. A v tomto případě skupina dceřiných firem seskupených okolo Třineckých železáren, a.s. vyráběla nový Skládkový jeřáb pro mateřskou firmu.

Z technického hlediska lze však konstatovat, že stroj představený v druhé kapitole této diplomové práci výrazně zvýšil technické možnosti firmy, ve vztahu k výrobě velkorozměrových součástí a zaplnil tak mezeru ve strojním parku provozu. V minulosti bylo možné obrobit i delší rozměrové součásti, než byl maximální pojezd sloupu po loži. Manipulace s obráběnou součástí, tzn. posunout ji přesně o definovanou délku kvůli rozteči, byla velice technicky náročná, zdlouhavá a neefektivní. Zprovozněním stroje HCW – 2 180 NC, došlo k zefektivnění a racionalizaci výroby velkorozměrových součástí ve firmě. Je možno konstatovat i fakt, že je stroj vytížen na 3 směny a je nutné určovat priority ve smyslu určení konkrétního pořadí pro obráběné velkorozměrové součástí.

Dceřiné firmy seskupené okolo Třineckých železáren, a.s., dokazují na výrobě nového skládkového jeřábu pro mateřskou firmu, pro provoz aglomerace, že se jedná o technicky velmi vyspělou a silnou skupinu. Strojírny Třinec, a.s. se podílely se svými konstruktéry s odboru konstrukce BTK přímo na zpracování projektu a zpracování výkresové dokumentaci a to konkrétně na pásové dopravě. Pásová doprava je na jeřábu umístěna mezi nosníky ocelové konstrukce jeřábu a zakryta krycími plechy.

7 Závěr

Závěrem je možno konstatovat, že zakoupením vodorovného frézovacího stroje Škoda HCW 2 – 180 NC v roce 2008, rozšířily Strojírny Třinec, a.s. své dosavadní výrobní možnosti, doposud limitovány menšími parametry strojů, jak je v této diplomové práci prezentováno.

Vodorovné vyvrtávačky uvedené v Tabulce č. 2 (kapitola 2.1), patří mezi klíčové stroje Strojíren Třinec, a.s., respektive provozu Mechanických dílen. Je na nich i na další skupině vybraných strojů praktikována totálně produktivní údržba. Výkonné složky techniků a technologů zpracovaly k tomuto tématu pod vedením řídicího managementu firmy systém závazných firemních legislativních dokumentů TOP a Ppo. Výše zmiňované obráběcí stroje jsou pravidelně přeměřovány ve vztahu k geometrické přesnosti strojů, jak už statickým měřením nebo dynamickým měřením. Z dynamických měření je to konkrétně měření kruhové interpolace pomocí elektromagnetického přístroje Ballbar od firmy Renishaw, který firma vlastní. Taktéž pravidelně jsou zváni pracovníci externích firem, kteří pomocí laserového interferometru provádějí kontrolu polohování, kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti jednotlivých os obráběcích strojů. Vedení firmy zvažuje v blízké budoucnosti zakoupit i výše zmíněný laserový interferometr.

Firma Strojírny Třinec, a.s. taktéž vlastní zařízení firmy Kleentek Industrial Co., Tokio, Japan. Přístroj ELC-R 50 SP provádí elektrostatické čištění oleje. Dlouhodobé sledování úrovně znečištění olejových náplní napomáhá pracovníkům údržby lépe pochopit problémy strojů, které jsou až ze 70% zaviněné znečištěním olejů. Umožňuje tak předcházet poruchám, neplánovaným odstávkám. Součástí přístroje je přenosná laboratoř, ve které je možno provést základní rozbor vzorků. Důsledným sledováním je tedy možno předejít mnohým poruchám, případně opravu daného strojního uzlu naplánovat před poruchou a odstávkou stroje.

Z výše uvedených řádků je patrné, že management Strojíren Třinec, a.s. věnuje velkou pozornost údržbě obráběcích strojů, případně jejich vhodné doplnění nebo obměnu. Velice vhodným doplněním a strategickým rozhodnutím, se ukázalo i zakoupení obráběcího stroje HCW 2, jehož

představení a představení firmy Strojíren Třinec, a.s. je věnována první část této diplomové práce.

Druhá část této diplomové práce představuje obdobné zvedací zařízení, skládkový jeřáb, které jsou používány na provozu aglomerace k přípravě vysokopecní vsázky. Jedná se bezesporu o atypické zařízení, proto z představeného jeřábu pak vycházela projekční firma při zpracování projektu a výkresové dokumentace nového jeřábu, který je nyní vyráběn pod dohledem Strojíren Třinec, a.s. v areálu Třineckých železáren, a.s. Výroba skládkového jeřábu je i pro mě osobně obrovským přínosem, protože jsem byl jmenován projektovým manažérem této akce za Strojírny Třinec, a.s. Technici provozu aglomerace, technici dceřiných společností TŽ,a.s a konstruktéři projekční firmy hledali technicky schůdná řešení zvláště tam, kde stávající jeřáby mají nedostatky, aby nový jeřáb byl výkonnější a jeho práce efektivnější.

Závěrem je nutno konstatovat, že co se týče rozsáhlosti výroby skládkového jeřábu, mohlo by být zpracováno více diplomových prací na téma výroby skládkového jeřábu. Zaměřeny by byly blíže na specifikovanou danou část, jako třeba zpracování projektu, povrchové úpravy, organizační zabezpečení a stavby montážní pracoviště, montáž jeřábu a mnoho dalších.

Já jsem zpracoval a zabýval jsem se konkrétně v druhé části své diplomové práci zvláště rámcovým technologickým postupům a vlastním technologickým postupům ve vztahu k obrábění jednotlivých velkorozměrných částí ocelových konstrukcí.

K datu ukončení této diplomové práce byly vyrobeny a obrobena všechny velkorozměrné díly ocelové konstrukce, až na základní rám jeřábové kočky.

7.1 Poděkování

Děkuji operátorovi Vodorovného frézovacího a vyvrtávacího stroje typu HCW 2 p. Liborovi Neumannovi za konzultace a informace k části mé diplomové práce, jež se zabývá obráběním velkorozměrných součástí na HCW 2.

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce Ing. Robertu Čepovi, Ph.D., za odborné vedení mé diplomové práce a poskytování rad k diplomové práci.

Seznam použitých pramenů

SEZNAM POUŽITÉ A NASTUDOVANÉ LITERATURY

- [1] HUMÁR, Anton. *Materiály pro řezné nástroje*.
Brno : MM Publishing Praha, 2008, 235 s. ISBN978-80-254-2250-2.
- [2] ČEP, Robert. *Zkoušky nástrojů z řezné keramiky v podmínkách přerušovaného řezu – disertační práce*. Ostrava : VŠB–TU Ostrava Fakulta strojní, 2005. 101 s.
- [3] WHITNEY, E. *Dow. Ceramics Cutting – Materiále, Development and Performance*. Gainesville, Florida : Noyes Publication New Jersey, 1994, 350 p. ISBN 0-8155-1355-0.
- [4] ZAJAC, Jozef; JURKO, Jozef; ČEP, Robert. *Top trendy v obrábění, II. část – Nástrojové materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o. Žilina, 2006. 193 s. ISBN 80-968954-2-7
- [5] VASILKO, Karol. *Analytická teória trieskového obrábania*. Prešov : COFIN Prešov, 2007. 338 s. ISBN 978-80-8073-759-7.
- [6] ČSN 73 2611 *Úchyly rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí*
- [7] ČSN EN ISO 13920 *Svařování–Všeobecné tolerance svařovaných konstrukcí – délkové a úhlové rozměry - tvar a poloha*
- [8] ČSN EN ISO 6520 -1 *Svařování a příbuzné procesy – Klasifikace geometrických vad kovových materiálů – Část 1: Tavné svařování*
- [9] ČSN EN ISO 6520 – 2 *Svařování a příbuzné procesy – Klasifikace geometrických vad kovových materiálů – Část 1: Tlakové svařování*
- [10] *PODNIKOVÁ LITERATURA A DOKUMENTACE*

SEZNAM WEBOVÝCH STRÁNEK

- [8] Strojírny Třinec, a.s.
<http://www.stojirnytrinec.cz>
- [9] Katalog frézování
<http://www.pramet.cz>
- [10] Katalog nástrojů
<http://www.pilanamct.cz>
- [11] Totální stanice pro geodetické měření
<http://www.gefos>
- [12] Eelektrostatické čištění oleje
[http://www. Klentek.cz](http://www.Klentek.cz)
- [13] Group Třinecké železářny-Moravia steel
[http://www. trz.cz](http://www.trz.cz)

Seznam příloh

Příloha A : Bezpečnostní pokyn pro manipulaci s velkorozměrnými součástmi

Příloha B : Výkres kyvné nohy

Příloha C : Protokol o měření – kyvná noha

Příloha D : Výkres pevné nohy

Příloha E : Model pevné nohy